COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CENT VINGT-HUITIÈME.

JANVIER — JUIN 1899.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1899

ÉTAT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

AU 1er JANVIER 1899.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie.*

Messieurs :

HERMITE (Charles) (G. O. ✻).
JORDAN (Marie-Ennemond-Camille) (O. ✻).
DARBOUX (Jean-Gaston) (O. ✻).
POINCARÉ (Jules-Henri) (O. ✻).
PICARD (Charles-Émile) ✻.
APPELL (Paul-Émile) (O. ✻).

SECTION II. — *Mécanique.*

LÉVY (Maurice) (O. ✻).
BOUSSINESQ (Valentin-Joseph) ✻.
DEPREZ (Marcel) (O. ✻).
SARRAU (Jacques-Rose-Ferdinand-Émile) (C. ✻).
LÉAUTÉ (Henry) (O. ✻).
SEBERT (Hippolyte) (C. ✻).

SECTION III. — *Astronomie.*

FAYE (Hervé-Auguste-Étienne-Albans) (G. C. ✻).
JANSSEN (Pierre-Jules-César) (C. ✻).
LŒWY (Maurice) (C. ✻).
WOLF (Charles-Joseph-Étienne) (O. ✻).
CALLANDREAU (Pierre-Jean-Octave) ✻.
RADAU (Jean-Charles-Rodolphe).

SECTION IV. — *Géographie et Navigation.*

BOUQUET DE LA GRYE (Jean-Jacques-Anatole) (C. ✻).
GRANDIDIER (Alfred) (O. ✻).
BUSSY (Marie-Anne-Louis DE) (G. O. ✻).
BASSOT (Jean-Léon-Antonin) (O. ✻).
GUYOU (Émile) (O. ✻).
HATT (Philippe-Eugène) (O. ✻).

Section V. — *Physique générale.*

Messieurs :

Cornu (Marie-Alfred) (O. ✻).
Mascart (Éleuthère-Élie-Nicolas) (C. ✻).
Lippmann (Gabriel) (O. ✻).
Becquerel (Antoine-Henri) ✻.
Potier (Alfred) (O. ✻).
Violle (Lucien-Jules-Gabriel) (O. ✻).

SCIENCES PHYSIQUES.

Section VI. — *Chimie.*

Friedel (Charles) (O. ✻).
Troost (Louis-Joseph) (O. ✻).
Gautier (Émile-Justin-Armand) (O. ✻).
Moissan (Henri) (O. ✻).
Grimaux (Louis-Édouard) (O. ✻).
Ditte (Alfred) ✻.

Section VII. — *Minéralogie.*

Fouqué (Ferdinand-André) (O. ✻).
Gaudry (Jean-Albert) (O. ✻).
Hautefeuille (Paul-Gabriel) (O. ✻).
Bertrand (Marcel-Alexandre) ✻.
Lévy (Auguste-Michel) (O. ✻).
Lapparent (Albert-Auguste de) ✻.

Section VIII. — *Botanique.*

Naudin (Charles-Victor) ✻.
Chatin (Gaspard-Adolphe) (O. ✻).
Van Tieghem (Philippe-Édouard-Léon) (O. ✻).
Bornet (Jean-Baptiste-Édouard) ✻.
Guignard (Jean-Louis-Léon) ✻.
Bonnier (Gaston-Eugène-Marie) ✻.

Section IX. — *Économie rurale.*

Messieurs :

SCHLŒSING (Jean-Jacques-Théophile) (C. ❊).
CHAUVEAU (Jean-Baptiste-Auguste) (C. ❊).
DEHÉRAIN (Pierre-Paul) (O. ❊).
DUCLAUX (Pierre-Émile) (C. ❊).
MUNTZ (Charles-Camille) (O. ❊).
N. . . . .

Section X. — *Anatomie et Zoologie.*

BLANCHARD (Charles-Émile) (O. ❊).
LACAZE-DUTHIERS (Félix-Joseph-Henri DE) (C. ❊).
EDWARDS (Alphonse MILNE-) (O. ❊).
RANVIER (Louis-Antoine) (O. ❊).
PERRIER (Jean-Octave-Edmond) (O. ❊).
FILHOL (Antonin-Pierre-Henri) (O. ❊).

Section XI. — *Médecine et Chirurgie.*

MAREY (Étienne-Jules) (C. ❊).
BOUCHARD (Charles-Jacques) (C. ❊).
GUYON (Jean-Casimir-Félix) (O. ❊).
POTAIN (Pierre-Carl-Édouard) (C. ❊).
ARSONVAL (Arsène D') (O. ❊).
LANNELONGUE (Odilon-Marc) (O. ❊).

SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

BERTRAND (Joseph-Louis-François) (G. O. ❊), pour les Sciences mathématiques.

BERTHELOT (Marcelin-Pierre-Eugène) (G. C. ❊), pour les Sciences physiques.

ACADÉMICIENS LIBRES.

Messieurs :

DAMOUR (Augustin-Alexis) (O. ☼).
FREYCINET (Charles-Louis DE SAULSES DE) (O. ☼).
HATON DE LA GOUPILLIÈRE (Julien-Napoléon) (C. ☼).
JONQUIÈRES (Vice-Amiral Jean-Philippe-Ernest DE FAUQUE DE) (G. O. ☼).
CAILLETET (Louis-Paul) (O. ☼).
BISCHOFFSHEIM (Raphaël-Louis) ☼.
BROUARDEL (Paul-Camille-Hippolyte) (C. ☼).
LAUSSEDAT (Aimé) (C. ☼).
CARNOT (Marie-Adolphe) (O. ☼).
ROUCHÉ (Eugène) (O. ☼).

ASSOCIÉS ÉTRANGERS.

KELVIN (Sir William Thomson, lord) à Glasgow (G. O. ☼).
BUNSEN (Robert-Wilhelm-Eberhard) (O. ☼), à Heidelberg.
LISTER (Sir John), à Londres.
NORDENSKIÖLD (Nils-Adolf-Érik, baron) (C. ☼), à Stockholm.
FRANKLAND (Edward), à Londres.
NEWCOMB (Simon) (O. ☼), à Washington.
VIRCHOW (Rudolph-Ludvig-Carl) (C. ☼), à Berlin.
N. . . . .

CORRESPONDANTS.

NOTA. — Le règlement du 6 juin 1808 donne à chaque Section le nombre de Correspondants suivant.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie* (6).

SALMON (George), à Dublin.
SOPHUS LIE ☼, à Leipzig.
FUCHS (Immanuel-Lazarus), à Berlin.
SCHWARTZ (Hermann-Amandus), à Grünewald, près Berlin.
KLEIN (Félix), à Gœttingue.
CREMONA, à Rome.

Section II. — *Mécanique* (6).

Messieurs :

BELTRAMI (Eugène), à Rome.
SIRE (Georges-Étienne) ✻, à Besançon.
CONSIDÈRE (Armand-Gabriel), (O. ✻), à Quimper.
AMSLER (Jacob), à Schaffhouse.
VALLIER (Frédéric-Marie-Emmanuel), ✻, à Lorient.
RIGGENBACH (Nicolas), ✻, à Olten (Suisse).

Section III. — *Astronomie* (16).

STRUVE (Otto-Wilhelm) (C. ✻), à Poulkova.
LOCKYER (Joseph-Norman), à Londres.
HUGGINS (William), à Londres.
STEPHAN (Jean-Marie-Édouard), (O. ✻), à Marseille.
HALL (Asaph) ✻, à Washington.
LANGLEY (Samuel), à Washington.
AUWERS (Arthur), à Berlin.
RAYET (Georges-Antoine-Pons) (O. ✻), à Bordeaux.
PERROTIN (Henri-Joseph-Anastase) ✻, à Nice.
BACKLUND (Oscar), à Poulkova.
GILL (David), au Cap de Bonne-Espérance.
VAN DE SANDE BAKHUYZEN (O. ✻), à Leyde.
CHRISTIE (William-Henry), à Greenwich (Angleterre).
N. . . . .
N. . . . .

Section IV. — *Géographie et Navigation* (8).

RICHARDS (le Vice-Amiral George-Henry), à Londres.
DAVID (Abbé Armand) ✻, missionnaire en Chine.
TEFFÉ (le baron DE), à Rio-de-Janeiro.
SERPA PINTO (Alexandre-Albert DA ROCHA DE), ✻, à Lisbonne.
GRIMALDI (Albert-Honoré-Charles) (G. C. ✻), prince souverain de Monaco, à Monaco.
TILLO (Alexis DE) (C. ✻), à Saint-Pétersbourg.
NANSEN (Fridtjof), (C. ✻), à Bergen (Norvège).
N. . . . .

SECTION V. — *Physique générale* (9).

Messieurs :

STOKES (George-Gabriel), à Cambridge.
CROVA (André-Prosper-Paul) ✻, à Montpellier.
RAYLEIGH (John-William, Baron) (O. ✻), à Essex.
AMAGAT (Émile-Hilaire) ✻, à Bourg.
RAOULT (François-Marie) (O. ✻), à Grenoble.
ROWLAND (Henry-Augustin) (O. ✻), à Baltimore.
WIEDEMANN (Gustave-Henri) (O. ✻), à Leipzig.
BICHAT (Ernest-Adolphe) ✻, à Nancy.
BLONDLOT (René-Prosper) ✻, à Nancy.

SCIENCES PHYSIQUES.

SECTION VI. — *Chimie* (9).

WILLIAMSON (Alexander-Williams), à Londres.
LECOQ DE BOISBAUDRAN (Paul-Émile dit François) ✻, à Cognac.
REBOUL (Pierre-Edmond) (O. ✻), à Marseille.
BAEYER (Adolf DE), à Munich.
HALLER (Albin) ✻, à Nancy.
ROSCOÉ (Sir Henry-Enfield) (O. ✻), à Londres.
CANNIZZARO (Stanislas) (O. ✻), à Rome.
RAMSAY (William) (O. ✻), à Londres.
N. . . . .

SECTION VII. — *Minéralogie* (8).

GOSSELET (Jules-Auguste-Alexandre) ✻, à Lille.
SUESS (Édouard), à Vienne.
GEIKIE (Archibald), à Londres.
RICHTHOFEN (Ferdinand Freiherr VON), à Berlin.
MATHERON (Pierre-Philippe-Émile) ✻, à Marseille.
TSCHERMAAK (Gustave), à Vienne.
DEPÉRET (Charles-Jean-Julien), à Lyon.
MARSH, à New-Haven (Connecticut).

SECTION VIII. — *Botanique* (10).

Messieurs :

HOOKER (Sir Jos. Dalton), à Kew, près Londres.
CLOS (Dominique) ✻, à Toulouse.
SIRODOT (Simon) (O. ✻), à Rennes.
GRAND'EURY (François-Cyrille) ✻, à Saint-Étienne.
AGARDH (Jacob-Georg), à Lund.
MILLARDET (Alexis) ✻, à Bordeaux.
MASTERS (Maxwel-Tylden), à Londres.
TREUB (Melchior) ✻, à Buitenzorg, près Batavia (Java).
N. . . . .
N. . . . .

SECTION IX. — *Économie rurale* (10).

MARÈS (Henri-Pierre-Louis) ✻, à Montpellier.
LAWES (Sir John-Bennet), à Rothamsted, Saint-Albans station (Herfortshire).
GILBERT (Joseph-Henry), à Rothamsted, Saint-Albans station (Herfortshire).
LECHARTIER (Georges-Vital), à Rennes.
HOUZEAU (Auguste) (O. ✻), à Rouen.
ARLOING (Saturnin) (O. ✻), à Lyon.
PAGNOUL (Aimé), à Arras.
GAYON (Léonard-Ulysse), à Bordeaux.
N. . . . .
N. . . . .

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie* (10).

AGASSIZ (Alexandre) (O. ✻), à Cambridge (États-Unis).
FABRE (Jean-Henri) ✻, à Sérignan (Vaucluse).
MARION (Antoine-Fortuné) ✻, à Marseille.
KOWALEWSKI (Alexandre), à Saint-Pétersbourg.
FLOWER (Sir William-Henry), à Londres.
SABATIER (Armand) ✻, à Montpellier.
RETZIUS (Gustave), à Stockholm.
BERGH (Ludwig-Rudolph-Sophus), à Copenhague.
N. . . . .
N. . . . .

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie* (8).

Messieurs :

OLLIER (Louis-Xavier-Édouard-Léopold) (C. ✻), à Lyon.
PAGET (Sir James), à Londres.
LÉPINE (Jacques-Raphaël) (O. ✻), à Lyon.
HERRGOTT (François-Joseph) (O. ✻), à Nancy.
LAVERAN (Louis-Charles-Alphonse) ✻, à Montpellier.
ENGELMANN (Théodor-Wilhelm), à Berlin.
LEYDEN (Ernst VON), à Berlin.
MOSSO (Angelo), à Turin.



COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 JANVIER 1899,

PRÉSIDENCE DE M. VAN TIEGHEM.

M. C. **Wolf**, Président sortant, fait connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des Recueils qu'elle publie, et les changements survenus parmi les Membres et les Correspondants pendant le cours de l'année 1898.

État de l'impression des Recueils de l'Académie au 1er janvier 1899.

Volumes publiés.

Comptes rendus des séances de l'Académie. — Le Tome CXXIV (1er semestre 1897) et le Tome CXXV (2e semestre 1897) ont paru avec leurs Tables et leur régularité habituelle.

Mémoire présenté. — Un Mémoire de M. Edmond Maillet, intitulé : « Théorie des groupes de substitution entre N lettres » (*Savants étrangers*, t. XXXII, n° 8).

Changements survenus parmi les Membres depuis le 1er janvier 1898.

Membre décédé.

Section d'Économie rurale : M. **Aimé Girard**, décédé le 12 avril 1898.

Membre à remplacer.

Section d'Économie rurale : M. **Aimé Girard**, décédé.

Associé étranger à remplacer.

M. **Weierstrass**, décédé.

Changements survenus parmi les Correspondants depuis le 1er janvier 1898.

Correspondants décédés.

Section d'Astronomie : M. **Souillart**, à Lille, décédé en 1898.

Section de Minéralogie : M. **Pomel**, à Dra-el-Mizan (Algérie), décédé le 20 août 1898; M. **Hall** (James), à Albany, décédé en 1898.

Section d'Économie rurale : M. **Demontzey** (Gabriel-Louis-Prosper), décédé le 20 février 1898.

Correspondants élus.

Section de Géométrie : M. **Cremona**, à Rome, le 31 janvier, en remplacement de M. Brioschi, décédé.

Section de Minéralogie : M. **Depéret**, à Lyon, le 21 novembre, en remplacement de M. Pomel, décédé; M. **Marsh**, le 5 décembre, en remplacement de M. Hall, décédé.

Section de Médecine et Chirurgie : M. Von **Leyden**, à Berlin, en remplacement de M. Virchow, élu Associé étranger; M. **Mosso**, à Turin, en remplacement de M. Tholozan, décédé.

Correspondants à remplacer.

Section d'Astronomie : M. **Gould**, à Cambridge, décédé; M. **Souillart**, à Lille, décédé.

Section de Géographie et Navigation : M. **Manen**, à Fleury (Seine-et-Oise), décédé.

Section de Chimie : M. **Kékulé**, à Bonn, décédé.

Section de Botanique : M. le baron **de Mueller**, à Melbourne, décédé.

Section d'Économie rurale : M. le marquis **Menabrea**, à Rome, décédé; M. **Demontzey**, à Aix, décédé.

Section d'Anatomie et Zoologie : M. **Lovén**, à Stockholm, décédé; M. **Steenstrup**, à Copenhague, décédé.

M. **Wolf**, avant de remettre la présidence à son successeur, s'exprime en ces termes :

« Au moment de quitter ce fauteuil, je tiens à vous remercier du très grand honneur que vous m'avez fait en m'y appelant. Présider l'Académie des Sciences, c'est la plus haute fonction à laquelle puisse prétendre un Académicien, c'est le couronnement le plus envié de la carrière d'un savant : je vous suis profondément reconnaissant de me l'avoir accordé.

» J'ai tâché de remplir de mon mieux les devoirs de cette charge et de faire observer les règlements de nos séances. J'ai dû, pour cela, vous adresser parfois des avertissements que votre bienveillance a toujours accueillis, mais qui, je dois l'avouer, sont trop souvent restés sans effet. Peut-être même vous est-il arrivé de vous plaindre intérieurement de la tyrannie de votre Président : si parfois la forme en a été un peu rude, je vous prie d'en recevoir mes excuses.

» Je dois remercier aussi MM. les Secrétaires perpétuels de l'appui bienveillant qu'ils ont constamment prêté à mon inexpérience.

» Mais j'ai surtout à remercier Dieu, qui a permis que mon année de présidence fût marquée par un fait bien rare dans nos Annales. Dans le court intervalle de quinze années, de 1883 à 1898, j'ai vu disparaître soixante et un de nos Confrères, plus de quatre par an ; et jamais nous

n'avons eu moins de deux morts à pleurer dans l'année. Or, en 1898, nous n'avons éprouvé qu'une seule perte, perte cruelle sans doute, mais unique.

» Je souhaite vivement que l'année qui commence nous soit plus clémente encore : c'est dire que je vous souhaite à tous, mes chers Confrères, et particulièrement à nos chers et vénérés Doyens, longue vie et santé. »

M. Van Tieghem, en prenant possession du fauteuil, s'exprime en ces termes :

« Mes chers Confrères,

» L'année dernière, à pareille époque, quand vos suffrages m'ont appelé à la vice-présidence de l'Académie, j'étais loin de Paris, très tristement retenu par un deuil de famille. Les remercîments que je n'ai pas pu vous adresser alors, je vous les exprime bien cordialement aujourd'hui. Je ferai, vous pensez bien, tous mes efforts pour m'acquitter dignement de la tâche que vous avez bien voulu me confier et qui sera l'honneur de ma vie. Pour qu'elle me soit facile, je n'aurai qu'à réclamer les précieux conseils de nos deux illustres Secrétaires perpétuels. Je n'y manquerai pas. Aussi bien ne sera-ce pas la première fois que j'y aurai recours. Tous deux, dans des directions différentes, M. Bertrand d'abord, un peu plus tard M. Berthelot, ils ont été mes maîtres et je suis heureux de pouvoir dire ici publiquement tout ce que je leur dois. D'autres, hélas! ne sont plus : Deville, Verdet, Briot, Bernard, Decaisne, Pasteur, mes maîtres aussi, très bons, très aimés, toujours très regrettés, mais vers qui remonte, plus particulièrement aujourd'hui, mon souvenir reconnaissant. Tous ensemble, les présents et les disparus, ils m'ont montré la route; après m'avoir instruit par leurs leçons, ils m'ont aidé de leurs conseils, fortifié par leur exemple, et c'est à eux, vraiment, que je dois, et que je me plais aussi à reporter tout entier, le très grand honneur que vous m'avez fait. »

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur le dosage du phosphore et du soufre dans les végétaux et dans leurs cendres;* par M. **Berthelot**.

« Le phosphore et le soufre jouent un rôle essentiel dans la constitution des végétaux, dans celle des céréales en particulier : de là le grand intérêt que présente leur dosage pour la physiologie et l'agriculture. Or ce dosage, tel qu'il est effectué par les procédés ordinaires, une incinération ménagée, ou une ébullition prolongée avec l'acide azotique concentré, est le plus souvent très inexact ([1]); à moins qu'on ne l'exécute en brûlant la matière par l'oxygène libre et en dirigeant les vapeurs sur une longue colonne de carbonate de soude, à une température ne dépassant pas le rouge sombre. C'est ce qui m'a engagé à revenir sur la question, avec de nouvelles déterminations expérimentales.

» Je demande la permission de rappeler d'abord les chiffres suivants, qui établissent le peu de correction du procédé fondé sur l'emploi de l'acide azotique. Ils ont été obtenus sur une plante annuelle, la mercuriale, et sont rapportés à 1^{kg} de matière sèche : le phosphore étant dosé sous forme de phosphate magnésien; le soufre, de sulfate barytique.

	Phosphore.	Soufre.
Traitement par HCl étendu.......	2,965	2,835
Traitement par AzO^3H concentré et bouillant pendant seize heures.	4,154	4,555
Traitement par O et CO^3Na^2 au rouge sombre.................	5,440	6,580

» J'ai cru utile de soumettre ces résultats à un nouveau contrôle, en dosant comparativement le phosphore et le soufre dans les cendres des végétaux; ce procédé de dosage étant employé par divers expérimentateurs. Je montrerai, par des analyses complètes, les causes de son inexactitude.

» En effet, voici les résultats observés sur une Graminée, le *Cynosurus cristatus* (Cretelle vulgaire). Regain récolté le 6 août 1898.

([1]) Voir le travail que nous avons publié, M. André et moi, dans les *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XV, p. 119 et 128; 1888.

» Le calcul est rapporté, pour chaque portion de la plante, à 1^kg de matière séchée à 110°.

I. — *Phosphore* : P = 31.

	Par $CO^3Na^2 + O$.	Par macération dans AzO^3H froid et dilué.	Par incinération très ménagée.
Racines...........	2,2	0,4	1,4
Tiges.............	3,8	1,8	2,0
Feuilles..........	4,4	2,8	4,0
Épis..............	2,5	1,7	2,4

» La première colonne indique le poids du phosphore total, existant sous des formes diverses dans chaque portion de la plante; la deuxième colonne est relative à un dosage fait à froid avec un acide étendu : elle peut être regardée comme se rapportant à l'acide phosphorique préexistant, ou facilement régénérable par hydratation. Cet acide a été précipité d'abord à l'état de sel ferrique, redissous dans l'acide azotique étendu, reprécipité par le molybdate, puis transformé en phosphate ammoniaco-magnésien, et ce dernier calciné. On voit que la troisième colonne, par incinération, fournit des chiffres trop faibles, précisément comme l'ébullition, même très prolongée, avec l'acide azotique concentré.

II. — *Soufre* : S = 32.

	Par $CO^3Na^2 + O$.	Par macération dans HCl froid et étendu.	Par incinération ménagée.
Racines..........	0,80	0,40	0,27
Feuilles..........	2,8	1,4	1,6
Épis.............	3,1	0,7	1,1

» La première colonne indique le soufre total, existant sous diverses formes dans la plante;

» La deuxième colonne se rapporte à l'acide sulfurique, préexistant, ou facilement régénérable par hydratation;

» On voit que la troisième colonne fournit des chiffres trop faibles, aussi bien que l'ébullition, même très prolongée, avec l'acide azotique concentré.

» Les seuls chiffres exacts sont ceux que l'on obtient par une oxydation

suffisamment lente, effectuée à haute température, à l'aide de l'oxygène libre et d'une longue colonne de carbonate alcalin.

» On peut aussi réaliser cette combustion en opérant dans l'oxygène comprimé à 25 atmosphères, au sein de la bombe calorimétrique, par exemple, ainsi que je l'ai vérifié. Mais il est difficile de brûler ainsi des poids considérables de matière; ce qu'il est nécessaire de faire pour doser quelques millièmes de soufre ou de phosphore.

» J'ai également eu recours au mélange des matières avec cinq fois leur poids d'azotate de potasse en poudre fine, le tout étant projeté par très petites portions, dans un vase de porcelaine chauffé préalablement au rouge : ce qui fournit en effet des résultats meilleurs, sans être pourtant tout à fait exacts. Non seulement l'opération est délicate, à cause des projections, mais il arrive que les substances volatiles, les composés sulfurés en particulier, lorsqu'on opère en vase ouvert et sous la pression ordinaire, sont exposés à s'échapper, avant d'avoir atteint la température de leur réaction sur l'azotate de potasse.

» Avant de discuter d'une façon plus approfondie les conditions qui rendent inévitables un certain nombre d'erreurs dans les incinérations de matières végétales, il paraît utile de présenter les résultats de quelques déterminations complètes des éléments minéraux contenus dans ces matières, d'indiquer quelles conditions théoriques il conviendrait de remplir pour que le soufre et le phosphore fussent entièrement retenus dans les cendres, et jusqu'à quel point ces conditions sont remplies en fait dans la pratique expérimentale.

» On a déterminé les éléments suivants : d'une part, les métaux alcalins, qui se réduisent en pratique au potassium et au sodium; d'autre part, les éléments acidifiables, c'est-à-dire le soufre, le phosphore et le chlore. On y joint, à titre de renseignement, le carbone des carbonates trouvés dans les cendres, et le silicium.

» Ces données une fois acquises, pour établir la répartition des métaux alcalins et des éléments acidifiables dans les sels des cendres, on calcule séparément les deux sommes suivantes :

» I. Somme des valences relatives aux métaux salifiables; elle s'établit en divisant le poids de chaque métal trouvé à l'analyse par le quotient de son poids atomique par sa valence; soit 39,1 pour K, $\frac{40}{2}$ pour Ca.

» II. Somme des valences relatives aux éléments acidifiables. Elle s'établit de la même manière; mais avec certaines alternatives, dues à la multi-

plicité des sels susceptibles d'être formés par les acides dérivés de ces éléments.

» Précisons :

» 1° Le soufre engendrant uniquement des sulfates dans le cas actuel, sa valeur se calcule en divisant le poids de cet élément p_1, trouvé à l'analyse, par la moitié du poids atomique, en raison du caractère bivalent de ce poids atomique; soit $\frac{p_1 \times 2}{32} = \frac{p_1}{16}$.

» 2° Le phosphore peut engendrer dans les cendres, soit des métaphosphates monobasiques, soit des phosphates normaux tribasiques. De là deux valences possibles, la première se calculant en divisant le poids p_2 du phosphore, trouvé à l'analyse, par le poids atomique 31, soit $\frac{p_2}{31}$; et la seconde valeur répondant à $\frac{3p_2}{31}$.

» 3° Le chlore p_3, trouvé dans les cendres, y est à l'état de chlorure, c'est-à-dire monovalent : ce qui répond à $\frac{p_3}{35,5}$.

» 4° Le carbone des carbonates des cendres (p_4) répond à la valeur $\frac{p_4 \times 2}{12} = \frac{p_4}{6}$.

» 5° Quant au silicium (p_5), il forme uniquement de l'acide silicique et des silicates, de valence mal connue, que j'évaluerai pour simplifier en regardant cet acide comme monovalent, dans les silicates des cendres, soit $\frac{p_5}{28}$.

» Cette valence n'intervient point d'ailleurs dans les calculs suivants, autrement que comme limite virtuelle de saturation.

» Observons que les mêmes calculs pourraient être établis, en partant des lois de Berzélius sur les rapports entre l'oxygène des acides et ceux des bases, mais avec moins de clarté.

» Présentons maintenant les données expérimentales, relatives à la plante citée plus haut.

Cynosurus cristatus. Regain. — Récolte du 6 août 1898.

Racines : 1kg (séchées à 110°).

Éléments.	Poids.	Valence relative.	
K	11,3	0,29	0,48
Ca	3,8	0,19	

Éléments.	Poids.	Valence relative.	
S total	0,80	0,05	
S des sulfates préexistants	0,40	»	
S des sulfates d'incinération	0,27	»	
P total	2,20	0,21	estimée pour les phosphates tribasiques.
		0,07	estimée pour les métaphosphates.
P des phosphates préexistants	0,40	»	
P des phosphates d'incinération	1,40	»	
Cl (incinération)	0,70	0,02	
C (des carbonates d'incinération)	0,40	0,07	
Si	40,4	1,4?	

La somme des valences alcalines est 0,48
La somme des valences des éléments acidifiables (S. P trivalent, Cl).... 0,28

» Cette somme est obtenue en écartant le carbone et le silicium, c'est-à-dire inférieure à la valence alcaline : infériorité que le carbone des carbonates ne compense pas. Un quart, au moins, des bases devrait donc concourir à former des silicates; mais la proportion de ceux-ci est plus forte en fait.

» En effet, il semblerait que la totalité des éléments acidifiables envisagés dût être retenue par les bases alcalines, pendant l'incinération. Cependant, il y a eu perte de près de moitié du phosphore et des deux tiers du soufre : ce qui paraît signifier qu'une portion au moins de ces éléments était engagée dans des combinaisons organiques, dont ils se sont dégagés sous forme de composés volatils. Pour le phosphore, d'ailleurs, la dose retrouvée après incinération est plus que double de la dose de phosphates préexistante, c'est-à-dire isolable dans l'état de dissolution étendue. Pour le soufre, un tiers de cet élément, préexistant dans les sulfates isolables à froid, a été perdu au cours de l'incinération.

» Des déterminations analogues ont été faites sur les tiges, les feuilles et les épis de la même espèce. Mais le détail en serait peu intéressant : il suffira de dire que, dans les feuilles, la somme des valences alcalines était également supérieure à celle des valences acides, et qu'il y a eu toutefois une perte de près de moitié sur le soufre et d'un dixième sur le phosphore. Pour les épis, au contraire, la somme des valences alcalines étant 0,56, la somme des valences acides, c'est-à-dire 0,77 [soit 0,50 (soufre) + 0,24 (phosphore estimé comme monovalent) + 0,014 (chlore) + 0,017 (carbo-

nates)], la surpasse; c'est-à-dire qu'il y a eu nécessairement perte de phosphore et de soufre, cette perte ayant porté en fait et pour la plus forte partie sur le soufre.

» On voit, par cet exemple, combien la composition des cendres peut différer des proportions réelles des divers éléments minéraux contenus dans un végétal.

» Examinons maintenant de plus près pourquoi l'incinération simple ne fournit pas et ne saurait fournir, en général, des dosages exacts du soufre et du phosphore. Pour qu'il en fût ainsi, il serait nécessaire que la combustion eût lieu, à la fois, et du commencement jusqu'à la fin, en présence d'un excès d'oxygène; qu'elle fût totale pendant toute la durée de l'opération; enfin qu'elle eût lieu à la fois à une température suffisamment haute et avec le concours d'une proportion d'alcali capable de changer en sulfates et en phosphates la totalité du soufre et la totalité du phosphore de la plante.

» Si la température n'est pas assez élevée, le soufre et même le phosphore pourront s'échapper en partie, sous la forme de composés volatils préexistant dans la plante, ou susceptibles de se former par la décomposition des principes immédiats. Cette cause d'erreur existe particulièrement pour les essences et autres composés sulfurés. A ce point de vue, les pertes sur le soufre pendant l'incinération devront être plus marquées que celles du phosphore, élément contenu surtout dans des nucléines et principes fixes congénères.

» Ce n'est pas tout; si l'oxygène fait défaut, à une température plus haute, le soufre et le phosphore peuvent s'échapper en partie à l'état d'éléments libres, ou de combinaisons non peroxydées, telles que l'acide sulfureux; ou bien encore à l'état d'acides sulfurique et phosphorique, anhydres ou hydratés (en raison de la formation simultanée de l'eau, dans la combustion des composés organiques).

» En outre, ces acides seront susceptibles, soit d'être volatilisés, soit d'être réduits par le carbone et l'hydrogène; soit enfin de réagir à chaud, chacun sur les sels formés par l'autre, l'acide sulfurique déplaçant une partie de l'acide phosphorique dans les phosphates, et réciproquement; de même l'acide phosphorique déplaçant en partie l'acide sulfurique dans les sulfates. Des déplacements analogues s'effectuent, même au rouge et avec le concours de la vapeur d'eau, par l'action de l'acide silicique et même, dans quelque mesure, de l'acide carbonique. De même, par ce genre

de réactions, les chlorures alcalins peuvent perdre du chlore, sous forme d'acide chlorhydrique; sans préjudice de leur volatilité propre au rouge. Toutes ces réactions sont constatables en fait sur les sels isolés, et vérifiables par l'analyse des incinérations végétales.

» On voit par là comment la détermination des engrais complémentaires, si nécessaires en agriculture, ne saurait être établie que par des méthodes d'analyse tout à fait rigoureuses. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la présence et le dosage du chlore dans les plantes;* par M. **Berthelot**.

« Les plantes renferment une petite quantité de chlore et l'on admet que ce chlore s'y trouve sous forme de chlorures alcalins et terreux. Cependant l'existence de certains composés organiques d'iode dans les varechs, produits végétaux, et dans le corps thyroïde, organe animal, autorise à cet égard quelque réserve. Il paraît dès lors utile d'instituer des méthodes propres à doser le chlore total dans un tissu organique, quel qu'en soit l'état de combinaison. Ce problème est analogue à celui qui est traité dans la Note précédente et la solution est facile à obtenir par la même méthode, qui sert à doser le soufre et le phosphore total.

» Il suffit en effet de brûler la matière organique, par exemple, celle d'une plante préalablement desséchée dans un courant d'oxygène, en dirigeant les gaz et produits volatils à travers une colonne de carbonate de soude ou de potasse parfaitement purs, chauffée au rouge sombre. Tout le chlore est ainsi changé en chlorures alcalins, qu'il est facile de doser ensuite. Cette expérience a été réalisée sur des feuilles de blé, récoltées le 10 juin 1895. On a réduit la matière en très petits fragments, afin de constituer un échantillon moyen. On a opéré sur $10^{gr},82$ de matière sèche; on a obtenu : $AgCl = 0^{gr},1614$, c'est-à-dire $Cl = 0,0399$: soit 0,37 pour 100.

» Nous avons cherché à doser le chlore dans la même matière par deux autres procédés, comme termes de comparaison :

» 1° En la soumettant à une incinération ménagée, opérée à la plus basse température possible, et sans chercher à brûler complètement le charbon. On reprend les produits par l'acide azotique étendu et froid, et l'on précipite, avec les précautions ordinaires, le chlore sous forme de chlorure d'argent. Nous avons obtenu ainsi, avec $16^{gr},86$ de la même matière : $Cl = 0^{gr},0510$; soit 0,30 pour 100.

» Ce dernier nombre est inférieur d'un cinquième au premier : c'est-à-dire que l'on a perdu dans l'incinération environ $0^{gr},012$ de chlore, perte qui surpasse les erreurs d'expérience. Il paraît donc que, dans une incinération, même très ménagée, on est exposé à perdre une partie du chlore. Cette perte s'explique d'ailleurs par la réaction sur les chlorures alcalins préexistants, exercée par l'eau produite dans la combustion ; surtout si l'on y ajoute le concours des acides silicique, phosphorique et sulfurique, formés par les éléments de la plante et susceptibles d'en décomposer les chlorures, en formant de l'acide chlorhydrique pendant cette même combustion.

» Il est telle proportion de phosphore et de soufre qui pourrait même entraîner de cette façon une déperdition presque totale du chlore. Il en serait de même, évidemment, si l'on ajoutait de l'acide azotique ou sulfurique aux cendres, pour achever la destruction du charbon.

» Ajoutons enfin que la perte de chlore aurait lieu encore d'une autre façon, si l'on prolongeait l'incinération en élevant la température des creusets jusqu'au rouge, les chlorures de sodium et de potassium étant susceptibles de se volatiliser dans ces conditions.

» Nous avons recherché s'il était possible de distinguer le chlore total, obtenu dans les conditions qui viennent d'être définies, du chlore préexistant à froid dans la plante, sous forme de chlorures ; mais les essais n'ont pas donné, à cet égard, de résultats bien nets. Lorsqu'on a traité une plante à froid par l'acide azotique étendu, même employé en grand excès, et que l'on a précipité ensuite la liqueur filtrée par l'azotate d'argent, le précipité renferme, au moins dans tous nos essais, des sels d'argent et matières insolubles diverses, autres que le chlorure d'argent. Ce précipité, recueilli et séché à la façon ordinaire à 110°, ne présente aucun caractère défini. Lorsqu'on le fond et le calcine doucement, une dose d'argent notable se trouve réduite et mélangée au chlorure d'argent inaltéré. A la vérité, il est facile d'enlever cet excès d'argent par l'acide azotique : mais il n'est pas douteux que l'argent réduit provient, pour une fraction inconnue, du chlorure d'argent. Cependant, même dans ces conditions, la dose du chlorure d'argent subsistant, d'après notre essai, ne s'est pas écartée énormément de celle qui répondrait au chlore total ; mais la différence était trop forte pour permettre de conclure.

» Il serait dès lors bien difficile de constater par cette voie la présence d'une matière organique chlorée dans un tissu végétal ou animal ; à moins que la dose de chlore constatée dans un dosage total ne surpassât la dose

équivalente aux métaux alcalino-terreux et autres, que l'on aurait constatée par incinération.

» Admettons que, dans les conditions d'incinération envisagées, le poids du chlore trouvé dans les cendres, quoique trop faible, ne s'écarte pas en général beaucoup de la vérité, et nous pourrons discuter l'origine minérale de ce chlore, d'après l'analyse des cendres. Il s'agit, par exemple, de savoir si ce chlore peut avoir été introduit dans la plante sous la forme de chlorure de sodium, comme diverses personnes l'ont quelquefois admis : principalement dans l'intention de rendre compte du sodium rencontré en certaine quantité dans divers végétaux. Voici quelques données expérimentales à cet égard. Elles ont été obtenues avec une Graminée, le *Cynosurus cristatus*, recueillie dans une prairie de la station de Chimie végétale de Meudon.

» Dans un échantillon développé au soleil (juin), on a trouvé sur 100^{gr} de matières sèches, après incinération :

	Racines.	Tiges.	Feuilles.
K	0,81	2,36	1,93
Na	0,16	0,24	0,13
Cl	0,36	0,29	0,38

» Le chlore surpasse la proportion équivalente du sodium dans deux cas; il lui est inférieur dans un seul : mais il demeure toujours fort au-dessous de celle du potassium.

» Dans un autre échantillon de la même plante, qui avait poussé à l'ombre, on a trouvé, à la même date :

	Racines.	Tiges.	Feuilles.
K	0,21	1,39	0,70
Na	0,003	0,02	0,003
Cl	0,05	0,26	0,18

» Ici le sodium est constamment en proportion très faible, sinon même au-dessous des erreurs expérimentales. Le chlore, quoique faible également, est toujours en excès par rapport au sodium.

» Citons encore les chiffres suivants, relatifs à un échantillon de regain de la même plante, où la dose relative de sodium était beaucoup plus forte et, à quelques égards, exceptionnelle :

	Épis (août).
K	0,91
Na	0,38
Cl	0,62

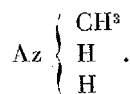
» Le chlore surpasse ici notablement le poids équivalent au sodium.

» Or les pertes possibles de chlore dans l'incinération ne sauraient que tendre à exagérer un semblable excédent.

» D'après ces données, quelle que soit la répartition des acides et des bases dans la plante, la dose de chlore est, dans la plupart des cas, trop forte, comparée à celle du sodium, pour que l'on puisse admettre que tout ce chlore ait pénétré dans la plante actuelle à l'état de chlorure de sodium ; à moins de supposer qu'une portion de ce sodium ait été éliminée par quelque double décomposition ou précipitation, au moment de l'absorption par les racines du liquide aqueux, susceptible de renfermer le chlorure de sodium en dissolution. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation et propriétés d'un ammonium organique : le lithium-monométhylammonium.* Note de M. **Henri Moissan**.

« Après avoir préparé le lithium-ammonium et le calcium-ammonium par l'action de l'ammoniac liquéfié sur ces métaux, nous avons voulu étendre la question et rechercher ce que donneraient les ammoniaques composées. Pour cela, nous nous sommes adressé à la plus simple de ces ammoniaques, à la méthylamine



$$\mathrm{Az}\left\{\begin{array}{l}\mathrm{CH^3}\\ \mathrm{H}\\ \mathrm{H}\end{array}\right. .$$

» Cette ammoniaque composée, qui est gazeuse à la température ordinaire, a été liquéfiée dans des tubes scellés au contact des métaux suivants : potassium, sodium, lithium et calcium. Les trois premiers métaux étaient sous la forme de fils parfaitement décapés, et le dernier en cristaux brillants.

» Aux températures comprises entre $+20^\circ$ et -50°, le potassium, le sodium et le calcium n'ont pas donné de combinaison immédiate à la condition que la méthylamine soit pure et bien exempte d'ammoniac. Au contraire, le lithium nous a fourni de suite vers 0°, point de liquéfaction de la monométhylamine, une solution bleue qui se produisait avec dégagement de chaleur.

» Dans les tubes scellés contenant les autres métaux, il ne s'est produit après plusieurs semaines aucune coloration, aucun dépôt et le métal a conservé tout son brillant.

» *Préparation du lithium-méthylammonium.* — La monométhylamine, employée dans ces expériences, a été préparée par le procédé de M. Brochet (¹). On a fait réagir l'aldéhyde formique sur le chlorhydrate d'ammoniaque. Le chlorhydrate de méthylamine a été séparé ensuite de l'excès de chlorhydrate d'ammoniaque par des cristallisations successives dans l'alcool anhydre.

» Notre appareil producteur de méthylamine comprenait un ballon de verre de 200^{cc} environ, fermé par un bouchon en caoutchouc qui livrait passage à un tube à brome et à un tube à dégagement. Ce dernier était en communication avec un laveur à lessive de soude de petite dimension.

» La méthylamine gazeuse se séchait ensuite dans deux tubes en U, fermés par des robinets de verre rodés et dont le premier contenait de la potasse refondue au creuset d'argent, et le second du fil de sodium bien brillant, légèrement tassé. Les différentes parties de cet appareil sont reliées entre elles par du caoutchouc noir totalement exempt de soufre. La méthylamine liquide, comme l'ammoniac liquéfié, dissout, en effet, le soufre avec la plus grande facilité. La solubilité de ce métalloïde dans la monométhylamine est tellement grande que le caoutchouc vulcanisé est immédiatement attaqué par cette ammoniaque organique.

» A la suite de cet appareil, nous avons disposé le tube en U, à robinets de verre rodés, qui nous a servi dans nos expériences précédentes pour préparer les métaux-ammoniums. Dans ce tube, on plaçait le lithium sous forme de fils brillants. L'une des deux tubulures recevait le courant de méthylamine et l'autre était en communication avec un tube vertical refroidi à — 20° et destiné à condenser l'excès de méthylamine gazeuse. Ce dernier tube conduisait les gaz, qui pouvaient se produire, sur une cuve à mercure, au moyen d'un tube abducteur d'au moins $0^{m},80$ de hauteur. L'appareil renfermant le lithium pouvait être refroidi au moyen d'un mélange d'acide carbonique solide et d'acétone.

» Le tube contenant le lithium est d'abord taré, puis pesé avec le métal. On fait ensuite traverser tout l'appareil par un courant de méthylamine gazeuse. Pour cela, on laisse écouler du tube à brome une dizaine de centimètres cubes d'une solution très concentrée de soude caustique. Puis on chauffe légèrement. En réglant la flamme, on obtient un courant très régulier de méthylamine gazeuse.

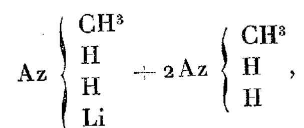
» Après un certain temps, on recueille le gaz sur la cuve à mercure et

(¹) Brochet, *Bulletin de la Société chimique*, année 1895.

l'on s'assure, en traitant par l'eau bouillie, que l'appareil est entièrement privé d'air. Pour reconnaître si la méthylamine était pure on la condensait au moyen d'un mélange réfrigérant dans un tube qui contenait du potassium ou du calcium. Lorsque la méthylamine bien sèche ne renferme pas d'ammoniaque, il ne se produit aucune coloration. Dans le cas contraire, il se fait une solution bleue de métal-ammonium.

» Le tube à lithium est ensuite refroidi à $-20°$, la méthylamine se condense et vient mouiller le métal. On voit aussitôt des stries bleues abondantes se produire en même temps que la température s'élève. En peu d'instants, le métal a complètement disparu et il reste un liquide bleu, de couleur très foncée, n'ayant pas de reflets mordorés et d'un aspect notablement différent de la solution dans l'ammoniac, du lithium-ammonium. Lorsque la dissolution du métal est complète, on laisse se condenser un nouvel excès de méthylamine, puis on arrête le courant gazeux. Le tube bleu est alors sorti du mélange réfrigérant, on le laisse reprendre la température du laboratoire, puis on le porte dans un bain d'eau à température constante.

» Le produit est encore liquide, très épais, d'un bleu foncé presque noir; sa compensation est très voisine de la formule



$$Az\left\{\begin{matrix}CH^3\\H\\H\\Li\end{matrix}\right. + 2\,Az\left\{\begin{matrix}CH^3\\H\\H\end{matrix}\right. ,$$

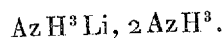
ce qui correspond à $(AzH^2CH^3)^3Li$.

» Cette composition est donnée par les synthèses suivantes :

	Li pour 100.	Théorie Li % pour $(AzH^2CH^3)^3Li$.
$+17°$	6,18	7,00
$+14$	6,98	»
$+11$	8,66	»

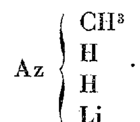
» Ce produit doit être considéré comme une solution de lithium-méthylammonium dans la méthylamine.

» Nous ferons remarquer que nous avons obtenu pour le lithium-ammonium en présence de l'ammoniac une solution comparable répondant à la formule



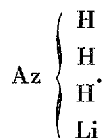
$$AzH^3Li,\ 2\,AzH^3.$$

» Si l'on continue à éliminer l'excès de monoéthylamine, soit en faisant le vide dans l'appareil, soit en élevant la température du tube qui contient le liquide bleu, on voit bientôt apparaître des cristaux brillants de lithium métallique. Dans cette réaction il ne se dégage aucun gaz. Cette préparation est facile, mais nous devons faire remarquer cependant que le lithium-méthylammonium est plus attaquable par l'oxygène et l'humidité que le lithium-ammonium. En laissant ce composé se dissocier soit dans le vide à la température ordinaire, soit en chauffant, jusqu'à apparition d'une petite quantité de métal persistant, on arrive facilement à obtenir un corps solide d'un bleu foncé répondant à la formule



$$Az\left\{\begin{matrix}CH^3\\H\\H\\Li\end{matrix}\right. .$$

» C'est un ammonium organique correspondant au lithium-ammonium



$$Az\left\{\begin{matrix}H\\H\\H\\Li\end{matrix}\right. .$$

» Les expériences synthétiques suivantes en établissent la formule.

	1.	2.	3.	4.	Théorie pour AzH^2CH^3Li.
Lithium pour 100...	18,65	18,76	18,32	18,02	18,42

» Les dosages de méthylamine nous ont fourni les chiffres suivants :

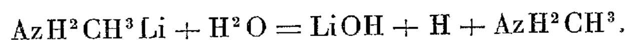
	1.	2.	Théorie.
AzH^2CH^3 pour 100.................	82,10	82,45	81,58

» Ce composé est solide à la température ordinaire; cristallisé, il forme le long du tube des arborescences qui tendent toujours à grimper. Il possède comme le lithium-ammonium un aspect mordoré mais de couleur moins vive. Il est stable à la température ordinaire; sa tension de dissociation est inférieure à la pression atmosphérique. Dans le vide, ou par une élévation de température, si l'expérience est assez rapide, il se dissocie en méthylamine qui a été titrée et en lithium brillant et très bien cristallisé.

» Un mélange de méthylamine et d'éther anhydre donne avec le lithium-méthylammonium une solution bleue parfaitement stable à la tempéra-

ture ordinaire. Si l'on ajoute à cette solution un excès d'éther, la couleur bleue disparaît et il se forme un précipité gris décomposable par l'eau.

» Au contact de la benzine ou de l'essence de térébenthine, cet ammonium organique est détruit rapidement. Il réagit avec violence sur le tétrachlorure de carbone, le chloroforme et l'iodure d'éthyle. Enfin il fixe avec rapidité l'oxygène et l'azote même à froid, tandis qu'il n'a pas d'action sur l'hydrogène à la température du laboratoire. En présence de l'eau froide, il est immédiatement décomposé en méthylamine et lithine hydratée



$$AzH^2CH^3Li + H^2O = LiOH + H + AzH^2CH^3.$$

» En résumé, il existe un ammonium organique de lithium correspondant au lithium-ammonium. Nous poursuivons l'étude de l'action du lithium sur les autres ammoniaques composées. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Influence des armatures métalliques sur les propriétés des mortiers et bétons.* Note de M. Considère.

« Ma Note insérée aux *Comptes rendus* du 12 décembre 1898 donne, sous forme de Tableau, les résultats de la flexion du prisme armé n° 34. Il a supporté, sans aucune avarie apparente, le moment de $78^{kgm},68$; l'allongement du mortier a atteint le chiffre de $1^{mm},980$ par mètre, c'est-à-dire environ vingt fois l'allongement maximum que les matières identiques peuvent prendre, avant de se rompre, quand on les soumet à la traction simple sans armatures.

» Le prisme n° 31, fabriqué en même temps que le prisme n° 34, avec du mortier de la même gâchée, mais non pourvu d'armatures, a été essayé par flexion dans des conditions identiques; il s'est brisé sous le moment sept fois moindre de $11^{kgm},48$, avec un allongement de $0^{mm},266$. J'expliquerai plus loin pourquoi le même mortier a pris des allongements par mètre de $0^{mm},100$ par traction simple, de $0^{mm},266$ par flexion simple, et de $1^{mm},980$ par flexion dans un prisme armé. Mais il importe de dégager d'abord des résultats obtenus les lois de la déformation du mortier dosé à 433^{kg} de ciment de Portland par mètre cube de sable, dont étaient formés les prismes nos 31 et 34.

» L'essai du prisme non armé n° 31 a permis de mesurer le coefficient d'élasticité de ses fibres comprimées et tendues, qui était égal à $3,10 \times 10^9$ et a donné ainsi la tangente à la courbe de déformation à l'origine, c'est-à-dire à la limite séparative des

allongements et des raccourcissements pris pour abscisses. Les ordonnées étaient les tensions et pressions correspondantes.

» Pour chaque moment de flexion supporté par le prisme et inscrit dans la colonne 1 du Tableau, la colonne 11 indique la fraction de ce moment qui était produite par le mortier travaillant par extension.

» Pour en déduire la tension moyenne de ce mortier, il faut connaître la distance de son point d'application à la résultante des compressions des fibres comprimées, dont une partie lui faisait équilibre, le surplus équilibrant la tension du fer. On ne connaît pas, *a priori*, cette distance, parce qu'elle dépend précisément de la courbe de déformation qu'il s'agit de déterminer ; mais, par des tâtonnements successifs et en commençant par les moments de flexion les plus faibles, où l'élasticité diffère encore très peu de sa valeur initiale déjà connue par l'essai du prisme non armé n° 31, on arrive de proche en proche à trouver, pour la courbe de déformation du mortier, une forme qui correspond aux chiffres inscrits dans les colonnes 10 et 11 du Tableau, avec le degré d'approximation qu'on peut espérer en pareille matière. Il est d'ailleurs évident qu'il ne peut y avoir qu'une seule courbe de déformation qui satisfasse, à la fois, aux conditions résultant des chiffres des colonnes 10 et 11. Il pourrait n'y en avoir aucune, si ces chiffres étaient erronés.

» Le Tableau ci-dessous donne les abscisses (allongements et raccourcissements) et les ordonnées (tensions et compressions) de la courbe de déformation.

Allongements du mortier......	$0^{mm},04$	$0^{mm},10$	$0^{mm},25$	$0^{mm},50$	$1^{mm},00$	$1^{mm},50$	$1^{mm},98$
Tensions correspondantes......	$11^{kg},5$	16^{kg}	18^{kg}	21^{kg}	$21^{kg},1$	$21^{kg},2$	$21^{kg},3$
Raccourcissements du mortier..	$0^{mm},04$	$0^{mm},10$	$0^{mm},25$	$0^{mm},50$	$1^{mm},00$	$1^{mm},28$	
Compressions correspondantes..	20^{kg}	35^{kg}	66^{kg}	108^{kg}	177^{kg}	207^{kg}	

» D'après les incertitudes que comporte la méthode employée pour obtenir ces chiffres, j'estime qu'ils peuvent renfermer des erreurs de $\frac{1}{20}$ environ.

» Les valeurs des tensions et compressions sont bien d'accord avec ce que l'on sait des propriétés des mortiers et bétons, qui résistent beaucoup mieux à la compression qu'à la traction. Ce qui est nouveau, c'est l'allongement très grand que le mortier prend sans se rompre, quand il est armé.

» Ces résultats concordent aussi avec l'essai de flexion du prisme non armé n° 31, qui a résisté à une tension de $16^{kg},9$ en prenant l'allongement de $0^{mm},201$ avant de se déformer sans nouvelle addition de charge, jusqu'à l'allongement final de 0,266 sous lequel il s'est brisé, comme on l'a déjà vu.

» Quand, par des essais analogues, on aura obtenu la courbe de déformation du mortier employé dans un prisme quelconque, armé d'un fer dont la courbe de déformation sera également connue, on aura évidemment les éléments nécessaires pour déterminer graphiquement, à chaque phase de sa flexion, d'abord la position de l'axe neutre, ensuite les tensions ou pressions qui se produiront en tous les points du mortier et des armatures.

Dans une publication consacrée à la pratique en même temps qu'à la théorie des procédés de construction, j'indiquerai les règles pratiques que l'on peut en déduire pour le calcul des mortiers et bétons armés.

» D'après la forme aplatie de la courbe de traction du mortier, on pourrait penser que la tension de ses fibres allongées ne contribue que dans une mesure peu importante à la résistance totale; et, en effet, elle n'en a fourni que 24 pour 100 lorsque le moment de flexion s'est élevé au chiffre considérable de $78^{kgm},68$; mais, dans la limite des efforts que l'on admet en pratique et qui correspondent sensiblement au moment de $19^{kgm},88$, la résistance produite par les fibres tendues du mortier a formé près de 70 pour 100 de la résistance totale du prisme armé n° 34.

» On voit quelle erreur théorique on commet en admettant, avec la plupart des constructeurs, que le mortier et le béton tendus se brisent avant que le fer travaille efficacement, et que, par suite, la résistance des pièces armées résulte seulement du couple formé par la tension du fer et la réaction du béton comprimé.

» Ce n'est pas ici que l'on doit discuter les restrictions à ces conclusions scientifiques, que commande l'éventualité des malfaçons et des accidents qui se produisent dans les constructions, et la mesure dans laquelle il est prudent de tenir compte des usages des constructeurs. Je laisse de côté ces questions, cependant très importantes, pour donner l'explication des faits observés, qui m'a été suggérée par l'étude de la déformation des métaux.

» Si l'on soumet à une traction simple une tige cylindrique d'acier doux, par exemple, elle se déforme d'abord régulièrement dans toute sa longueur, jusqu'à ce qu'elle ait pris un allongement uniforme de 18 à 22 pour 100. A ce moment, elle subit en un point la *striction*, suivant l'expression consacrée, c'est-à-dire s'étrangle de plus en plus en un point, jusqu'à ce que la rupture s'y produise après réduction à la moitié ou même au tiers de l'aire de la section transversale primitive. Si donc on considérait en gros le phénomène, on penserait que le fer ne peut prendre qu'un allongement de 18 à 22 pour 100, et cependant, dans certaines sections, il s'allonge de 200 à 300 pour 100. On constate des faits tout autres, si l'on soumet une tige identique d'acier à un moment de flexion uniforme dans toute sa longueur. Elle fléchit et ses fibres tendues prennent partout, avant de se rompre, un allongement voisin de celui de 200 à 300 pour 100 qui, dans la traction, ne se réalise que dans une seule section. J'ai donné l'explication suivante de ces faits, dans un Mémoire inséré en 1885 aux *Annales des Ponts et Chaussées :*

» Pour un allongement donné, la résistance totale d'une section transversale d'une tige tendue est égale au produit ST de sa surface S par sa tension T rapportée au millimètre carré. Si l'on pousse la déformation plus loin, la résistance de cette section devient $(S - \Delta S)(T + \Delta T)$ et elle peut être plus grande ou plus petite que ST. Dans le premier cas, les différentes sections de la tige sont en équilibre stable ; car, si l'une d'elles tend à céder plus que les autres, sa résistance totale devient vite égale à celle des autres sections, à cause de son excès d'allongement qui, par conséquent, ne s'accentue pas davantage. Dans le second cas, les sections sont en équilibre instable ; car, lorsque la plus faible (et il y en a toujours une) cède plus que les autres, elle devient moins résistante et s'allonge jusqu'à rupture, tandis que les autres cessent absolument de se déformer davantage. J'ai démontré, en 1885, que l'allongement pour lequel commence la striction correspond au point où la tangente à la courbe de déformation coupe l'axe des abscisses à gauche de l'origine et à une distance égale à l'unité.

» Telle est l'explication de la striction qui se produit dans les métaux soumis à la traction simple. Dans la flexion, il ne se produit pas de striction, et cela pour deux raisons. D'une part, la surface totale des sections transversales ne diminue pas, parce que le gonflement des fibres comprimées compense l'amincissement des fibres tendues ; d'autre part, lorsque les fibres superficielles arrivent au point critique où $(S - \Delta S)(T + \Delta T)$ devient plus petit que ST, il n'en est pas encore de même des fibres intérieures, qui ne sont pas aussi déformées et auxquelles, par conséquent, tout accroissement de déformation donne encore un grand accroissement de résistance.

» On n'a jamais aperçu et peut-être n'apercevra-t-on jamais de striction dans les ciments et les mortiers, à cause de l'extrême petitesse de leurs déformations et de l'irrégularité de leurs surfaces ; mais néanmoins il peut y en avoir une, qui produise les mêmes effets relatifs que dans les métaux. Cette pensée m'a conduit à rechercher d'abord si l'allongement de flexion des mortiers était, comme celui des métaux, plus grand que l'allongement de traction simple, et j'ai cru reconnaître que le rapport de ces deux allongements varie, en effet, de 1,5 et généralement de 2 à 3, avec une moyenne de près de 2,5. J'ai tenu à le faire vérifier : grâce à l'obligeance de M. l'ingénieur en chef Debray, le fait a été confirmé par de nombreuses expériences, au laboratoire de l'École des Ponts et Chaussées. Il est, du reste, d'accord avec quelques essais dont on n'avait pas signalé l'importance.

» La constatation de ce fait n'épuisait pas la question ; car rien ne prouvait que le mortier prît dans la flexion tout l'allongement moléculaire dont

il est capable. Si en effet, à partir d'une certaine déformation, l'accroissement de tension correspondant à une augmentation d'allongement est moindre encore dans les mortiers que dans les métaux, il peut arriver que les causes d'augmentation de résistance, spéciales à la flexion, que j'ai signalées plus haut, ne puissent pas faire compensation à la faiblesse de l'accroissement de résistance des fibres tendues, et que pour les mortiers, à l'inverse de ce qui se produit dans les métaux, la striction se produise dans la flexion plus tard que dans la traction, mais néanmoins avant que les fibres tendues aient pris partout l'allongement maximum dont elles sont susceptibles. S'il en est ainsi, l'addition de barres de fer noyées, en quantité suffisante (¹), dans les fibres tendues du mortier, doit uniformiser l'allongement et, par suite, augmenter sa valeur moyenne, qui peut seule être mesurée. En effet, si une section plus faible cède la première, le fer, dont l'élasticité est très grande, y produit un supplément considérable de résistance, qui retarde sa déformation prématurée. On a vu que l'expérience a confirmé ces prévisions et que le même mortier a supporté, sans se rompre, des allongements de $0^{mm},100$, de $0^{mm},266$ et d'au moins $1^{mm},980$, suivant qu'il était soumis à la traction, à la flexion en prisme non armé, ou à la flexion en prisme armé.

» L'augmentation de l'allongement sans fissure du mortier et du béton, par l'effet des armatures, augmente de beaucoup les chances de durée des constructions qui ont besoin de déformabilité (tassements de fondations, dilatations inégales dues à des inégalités de température), d'étanchéité (réservoirs), ou de résistance vive aux chocs.

» Les résultats donnés par le prisme n° 34 mettent en lumière un fait très important. Le fer écroui et l'acier dur, qualité rails, dont la limite d'élasticité est voisine de 40^{kg}, peuvent travailler jusqu'à cette limite sans que le mortier ou le béton se désagrège. Ils communiquent donc aux pièces armées une résistance deux fois plus grande que le fer employé jusqu'ici, dont la limite d'élasticité est inférieure à 20^{kg}.

» *Nota.* — M. Harel de la Noë vient de me communiquer un Rapport adressé à M. le Ministre des Travaux publics, où il a émis l'avis que, pour expliquer les faits connus, il faut admettre que le béton armé peut s'allonger beaucoup plus qu'on ne l'admettait. Je tiens à le constater ici. »

(¹) Dans le prisme n° 34, la section du fer était de $\frac{1}{90}$ de celle du prisme et le $\frac{1}{20}$ environ de celle des fibres de mortier travaillant fortement par traction.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ASTRONOMIE. — *Constitution de l'anneau des petites planètes.* Mémoire de M. **Jean Mascart**. (Extrait par l'Auteur.)

(Commissaires : MM. Wolf, Appell, Radau.)

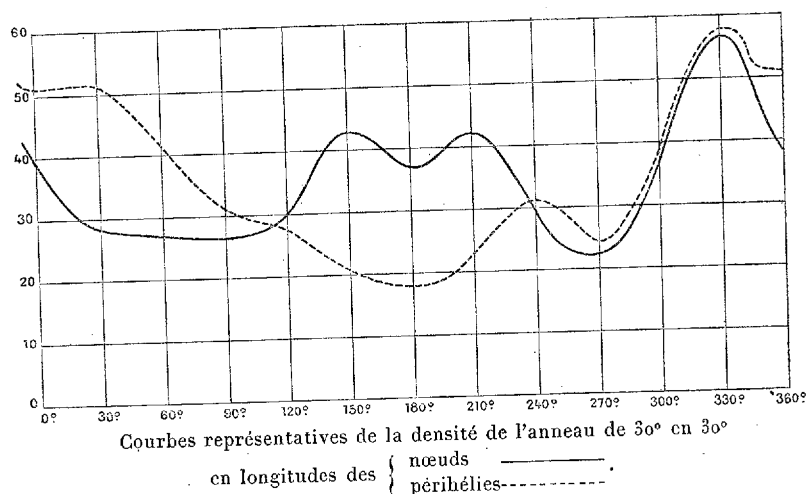
« A un seul terme de la loi de Titius, à la distance 2,8 du Soleil, a dû correspondre une région d'instabilité pour la condensation planétaire et c'est dans cette partie du système solaire que l'on connaît actuellement quatre cent cinquante astéroïdes, anneau d'autant plus intéressant que l'on y peut rencontrer la plus grande variété de difficultés théoriques encore insurmontées. Bientôt on mettait en évidence le phénomène des lacunes; et ces lacunes doivent avoir partiellement existé, pour des raisons cosmogoniques inconnues, lors de la formation même des petites planètes, car elles ne paraissent point dues, jusqu'ici, à la *seule* action perturbatrice de Jupiter.

» Cependant Jupiter, par sa masse considérable, joue un rôle prépondérant dans le système solaire; il était donc naturel de choisir comme plan coordonné origine celui de l'orbite de Jupiter, et c'est précisément ce que nous avons fait. Toutes les orbites de petites planètes ont été transformées de l'écliptique à Jupiter 1850,0, calculées à 1″ d'arc, l'origine nouvelle des longitudes étant le périhélie de Jupiter.

» Ceci fait, il ne pouvait être question de chercher une règle empirique pour trouver la répartition des cinq éléments elliptiques; d'autre part, devant une telle quantité de données, on perd de vue l'ensemble de la constitution de l'anneau, et nous avons cru utile de grouper de plusieurs manières les nombres d'observation pour en déduire quelques Tableaux qui peuvent être un jour précieux pour guider le calcul ou vérifier les résultats découverts, *a priori*, par la théorie. Et nous n'avons pas même pensé qu'il fût opportun de discuter ces Tableaux complètement car ils se prêtent à une infinité de combinaisons selon la nature des renseignements que l'on en veut tirer; leur avantage était précisément d'éviter une description très longue.

» Nous donnons ici les courbes de distribution des longitudes (nœuds et périhélies) pour les petites planètes de 30° en 30°; l'ordonnée est proportionnelle au nombre de planètes dont la longitude est comprise dans

l'intervalle indiqué. Une décomposition en parties plus délicates montre une courbe croissante en passant par les valeurs $\frac{\pi}{2}$, π et $\frac{3\pi}{2}$ des périhélies, qui correspondent à des minima. En ces mêmes valeurs il y a minima pour les longitudes des nœuds ascendants. Enfin les deux distributions ont ensemble leur maximum absolu vers 330°.



Courbes représentatives de la densité de l'anneau de 30° en 30°
en longitudes des { nœuds ——————. périhélies- - - - - - - - - -.

» Outre cette étude systématique de la distribution des éléments nous avons encore tenté une nouvelle recherche sur la question si importante de la probabilité des coïncidences entre les éléments de diverses orbites et de la détermination du nombre de ces coïncidences; cette étude nous a conduit à quelques conclusions assez nettes :

» Pour les excentricités, et surtout pour les moyens mouvements, il paraît y avoir prédisposition à coïncidence d'éléments.

» Cette disposition paraît imputable à l'action de Jupiter, car pour les trois autres éléments il y a moins de coïncidences entre les orbites rapportées à Jupiter que rapportées à l'écliptique; de plus il y a moins de coïncidences pour les nœuds que pour les périhélies dans le premier cas, tandis qu'il y en a autant dans le second.

» C'est dans cet esprit général, et pour fournir de nouveaux documents numériques indispensables à l'étude complète de l'anneau, qu'a été fait le travail que nous avons l'honneur de soumettre à l'Académie. »

M. H. de Brun adresse, par l'entremise de M. Brouardel, un Mémoire

manuscrit intitulé : « L'organisation sanitaire de l'Empire ottoman, et la défense de l'Europe contre la peste et le choléra ».

(Renvoi à la Commission du prix Bréant.)

M. L. **Mirinny** adresse un Mémoire « Sur la nature et le nombre des racines des nombres et des équations algébriques ».

(Commissaires : MM. Darboux, Picard, Appell.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** appelle l'attention de l'Académie sur un Ouvrage de M. *L. Henry*, Membre de l'Académie royale de Belgique, ayant pour titre : « Sur les nitriles-alcools aliphatiques et leurs dérivés ».

MM. **Ed.-P. Allis**, **J. Pautel**, **J. Tissot**, **Ch. Schott**, **D. Courtade** et **J.-F. Guyon**, **Metzner**, **de Toni**, **G. Bertrand** adressent des remercîments à l'Academie, pour les distinctions accordées à leur travaux.

ASTRONOMIE. — *Observation de l'éclipse totale de Lune du 27 décembre 1898 faite à l'observatoire de Lyon.* Note de M. **Ch. André**, présentée par M. Lœwy.

« L'état du ciel a considérablement gêné les observations : les images des étoiles ont été très mauvaises pendant presque toute la durée de l'éclipse et l'éclat relatif considérable que présentait encore la Lune a contribué aussi à diminuer beaucoup le nombre des phénomènes qu'on a pu noter avec une exactitude suffisante.

» M. Gonnessiat, assisté par M. Luizet, observait à l'équatorial coudé (C); M. Guillaume, assisté par M. Lagrula, avait charge de l'équatorial Brunner (B).

» Le Tableau qui suit contient ceux des résultats obtenus que j'ai cru pouvoir conserver. Les numéros d'étoiles se rapportent à la liste de M. Backlund; l'étoile n° 34, indiquée $9^e,2$ grandeur dans cette liste, a paru moins brillante que l'étoile n° 30, cotée $9^e,5$ grandeur.

Immersions.				Émersions.			
Étoiles.				Étoiles.			
Numéros.	Grandeurs.	Temps moyen de Paris.	Instrument.	Numéros.	Grandeurs.	Temps moyen de Paris.	Instrument.
		h m s				h m s	
39...	9,2	10.54.51,4	C	34...	9,2	11.52. 1,8	C
»...	»	54.52,0	B	32...	9,4	55.22,7	C
45...	9,3	11.10.39,6	C	»...	»	55.24,1	B
46...	9,3	20.52,1	C	36...	9,3	12.13.45,5	C
»...	»	20.52,6	B	39...	9,2	19.20,8	C
53...	9,0	46.22,1	C	»...	»	19.22	B
»...	»	46.19,6	B	45...	9,3	38.13,6	C
64...	9,1	12.21. 9,4	C	46...	9,3	48.23,7	C
»...	»	21. 6	B				

ASTRONOMIE. — *Observations faites à l'observatoire de Toulouse pendant l'éclipse du 27 décembre par MM.* Baillaud, Bourget, Montangerand, Rossard et Besson. Note de M. **Baillaud**, présentée par M. Lœwy.

« Les observations faites à Toulouse ont été de deux sortes. MM. Baillaud, Bourget, Rossard ont observé, suivant le programme communiqué par M. Backlund, des occultations d'étoiles par la Lune; M. Montangerand a obtenu des épreuves photographiques de notre satellite.

» Les étoiles occultées à Toulouse étaient faibles et plusieurs immersions et émersions n'ont pu être observées. M. Bourget observait au grand télescope Gautier combiné avec la pendule 66 Fénon; M. Rossard à l'équatorial Brunner et à la pendule Breguet; ces deux pendules sont munies de battements électriques. M. Baillaud était au chercheur Eichens et employait le chronomètre 36 Fénon, à demi-seconde, dont il entendait les battements. M. Besson a déterminé l'heure au cercle méridien et a comparé les deux pendules et le chronomètre 36 avant et après la totalité.

» Le Tableau suivant donne les heures observées par les trois observateurs; la première colonne renferme les numéros des étoiles dans la liste préparée par M. Wittram; la dernière donne, au dixième de minute, les heures calculées d'avance par lui.

Numéros.	Grand.	Immers. ou ém.	Temps moyen de Toulouse observé. Baillaud.	Bourget.	Rossard.	Temps moyen de Toulouse calculé.
			h m s	h m s	h m s	h m
45...	9,3	I	11. 1.58,9	11. 1.58,2	11. 1.57,8	11. 2,0
46...	9,3	I	12.15,9	12.16,3	12.16,8	12,4

Numéros.	Grand.	Immers. ou ém.	Temps moyen de Toulouse observé. Baillaud.	Bourget.	Rossard.	Temps moyen de Toulouse calculé.
			h m s	h m s	h m s	h m
31...	9,3	E	....	11.19.24,1	....	11.19,8
53...	9,0	I	11.32.58,2	32.57,6	11.32.58,6	33,3
30...	9,5	E	41.50,1	41.49,5	41.50,3	42,2
32...	9,4	E	44.15,7	44.20,1?	44.13,4	44,5
34...	9,2	E	....	46.28,8	46.43,9?	46,7
36...	9,3	E	12. 4.15,4	12. 4.14,7	12. 4.15,1	12. 4,6
39...	9,2	E	12.15,6	12.15,5	12.15,9	12,3
64...	9,1	I	19.24,9	19.25,1	19.25,4	19,5
45...	9,3	E	28.51,3	28.46,7	28.46,6	28,6
70...	9,3	I	....	....	33.16,6	33,3
71...	9,4	I	....	....	35.26,1	35,5
46...	9,3	E	39.24,5	39.24,1	39.24,3	39,6

» Pour apprécier la précision des résultats, il convient de rappeler qu'une variation de 1^s correspond à un déplacement de $0'',6$ dans le ciel.

» Les observations marquées d'un point d'interrogation ont été indiquées par les observateurs comme mauvaises. Il est possible que l'observation de 45, E par M. Baillaud comporte une correction de cinq secondes provenant d'une erreur de lecture du chronomètre.

» M. Baillaud, dans les immersions, voyait nettement les étoiles sur le disque pendant huit à dix secondes avant leur disparition. Les deux autres observateurs n'ont pas remarqué les mêmes apparences.

» Le disque, surtout dans sa partie nord, était très notablement éclairé d'une lumière verte, jaune, rouge foncé. Après la fin de la totalité, ce disque vu à l'œil nu offrait dans la partie sombre une plage rouge paraissant entourée d'un cercle vert bleu.

» La différence des éclats et des couleurs est bien mise en évidence dans les clichés photographiques obtenus par M. Montangerand au moyen de plaques Lumière.

» Quatre clichés (marque bleue) ont été obtenus : l'un à pose d'une seconde à la fin de la pénombre; deux autres à pose d'une seconde et demie, deux secondes, respectivement quinze et trente-cinq minutes après l'entrée dans l'ombre; un quatrième, deux minutes avant la totalité. Le premier paraît avoir le même éclat que les clichés obtenus avec la même pose en pleine Lune ordinaire; le second montre très nettement et le troisième un peu moins nettement les contours de la partie du disque entrée dans

l'ombre; le quatrième montre à peine ces contours et montre avec détails la partie encore éclairée.

» Après la totalité, M. Montangerand a fait trois clichés : l'un, à pose de cinq secondes, plaque panchromatique, sept minutes après la totalité, ne montre qu'un bord, sans détails; un second de dix secondes, douze minutes après le premier, donne un croissant sans détails; un troisième, sept minutes après, à pose de cinq secondes, donne un croissant avec quelques détails. Ces deux derniers sur plaques marque rouge.

» J'ai l'honneur de présenter à l'Académie des positifs sur verre et des épreuves sur papier de cinq clichés obtenus pendant la totalité.

» L'un, V, obtenu sept minutes après le commencement, sur plaque marque bleue, à pose de soixante secondes, montre tout le disque; le segment le plus éclairé seul montre des détails précis et nets.

» Le cliché VI, plaque panchromatique, pose trois cents secondes, vingt-deux minutes après le commencement de la totalité, donne tout le disque avec détails nets sur un tiers du disque.

» Le cliché VII, plaque panchromatique, pose dix minutes, trente-huit minutes après le commencement de la totalité, donne des détails nets sur la moitié du disque et dessine nettement le bord le plus obscur.

» Le cliché VIII, plaque panchromatique, une heure après le commencement de la totalité, donne des détails très nets sur plus de la moitié du disque et montre presque nettement le bord le plus obscur.

» Le cliché IX, onze minutes avant la fin de la totalité, pose huit minutes, plaque marque bleue, est presque identique au précédent, donnant moins de détails sur la partie moins éclairée.

» Un cliché X dont nous donnons une épreuve sur papier, à pose de deux minutes, trois minutes avant la fin de la totalité, est comparable au cliché VII.

» M. Montangerand estime que les clichés VIII et IX sont les meilleurs, que les plaques panchromatiques sont préférables aux plaques marque bleue; que, pour avoir une image nette du disque, il faudrait une pose de plus de quinze minutes.

» Il a, pour la conduite de l'instrument, dont l'horlogerie était réglée sur le mouvement des étoiles, pointé sur des pics lunaires et parfois sur des taches petites, très sombres, à formes géométriques. Les clichés examinés à la loupe n'ont pas révélé de particularités intéressantes. »

ASTRONOMIE. — *Observations des comètes Brooks (oct. 1898) et Chase, faites à l'observatoire de Toulouse, à l'équatorial Brunner de* 0m,23 *d'ouverture;* par M. **F. Rossard.**

Dates. 1898.	Étoiles de comparaison.	Comète. — Étoile. Æ.	Comète. — Étoile. ℗.	Nombre de comparaisons.
	Comète Brooks.			
Nov. 3......	*a* 3124 BD +23°	m s −2. 2,37	+4′. 4″,7	18:20
4......	*b* 3157 BD +21	−2. 7,34	−4. 9,9	18:20
7......	*c* 3339 BD +14	−2.16,72	+5.57,8	18:20
7......	*d* 3338 BD +14	−2.13,93	+2.37,0	18:20
7......	*e* 3270 BD +15	−1.30,11	−11. 9,9	18:20
	Comète Chase.			
Déc. 16......	*f* 2147 BD +26	+1.31,96	+5.40,9	15:16
16......	*g* 2152 BD +26	−0.20,46	+5. 0,4	15:16
16......	*h* 2154 BD +26	−0.59,94	+0. 0,1	15:16
21......	*i* 1965 BD +27	+0.22,31	−0. 9,5	18:20
23......	*j* 1970 BD +27	−0.23,09	+9. 4,1	15:16

Position des étoiles de comparaison.

Dates. 1898.	⋆	Asc. droite moyenne 1898,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1898,0.	Réduction au jour.	Autorités.
Nov. 3..	*a*	h m s 17.26.52,67	s +1,78	+23°.12′.11″,3	+5″,0	½ (Paris 22306 + Berlin 6010)
4..	*b*	17.31.38,04	+1,87	+21. 3.41,4	+5,1	¼ (Bruxelles 7074 + Berlin 6038 + Paris 22413 + Romberg 3824)
7..	*c*	17.43.18,51	+2,09	+14.47.23,0	+5,0	½ (Bruxelles 7185 + Sjchellerup 6398)
7..	*d*	17.43.15,77	+2,09	+14.50.41,1	+5,0	⅓ (Bruxelles 1184 + Paris 22755 + Berlin 6442)
7..	*e*	17.42.32,27	+2,09	+15. 4.30,8	+5,0	Berlin 6433
Déc. 16..	*f*	10.49.10,00	+4,62	+26. 2. 0,9	−32,5	⅓ (Bruxelles 4511 + Glasgow 2825) + Cambridge 5549)
16..	*g*	10.51. 2,52	+4,60	+26. 2.41,1	−32,6	½ (Kam 1871 + Cambridge 5560)
16..	*h*	10.51.42,03	+4,60	+26. 7.42,6	−32,6	Cambridge 5565
21..	*i*	10.55. 7,96	+4,77	+26.52.15,6	−33,8	Cambridge 5587
23..	*j*	10.57.40,35	+4,78	+27. 2.27,2	−34,3	Cambridge 5604

Positions apparentes des comètes.

Dates. 1898.		Temps moyen de Toulouse.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
			COMÈTE BROOKS.			
Nov.	3...	6h40m59s	17h24m52s,08	$\bar{1},612$	+23°16′21″,0	0,644
	4...	6.40.12	17.29.32,57	$\bar{1},605$	+20.59.36,6	0,660
	7...	6.35.10	17.41. 3,88	$\bar{1},586$	+14.53.25,8	0,702
	7...	6.35.10	17.41. 3,93	$\bar{1},586$	+14.53.23,1	0,702
	7...	6.35.10	17.41. 4,25	$\bar{1},586$	+14.53.25,9	0,702
			COMÈTE CHASE.			
Déc.	16...	16.32.49	10.50.46,58	$\bar{2},860_n$	+26. 7. 9,3	0,427
	16...	16.32.49	10.50.46,66	$\bar{2},860_n$	+26. 7. 8,9	0,427
	16...	16.32.49	10.50.46,69	$\bar{2},860_n$	+26. 7.10,1	0,427
	21...	16.17.44	10.55.35,04	$\bar{2},864_n$	+26.51.32,3	0,402
	23...	17.31.45	10.57.22,04	$\bar{2},972$	+27.10.57,0	0,403

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur la propagation des ondes liquides dans les cours d'eau.* Note de M. GEORGES POISSON.

« De Saint-Venant a donné dans les *Comptes rendus* (17 et 24 juillet 1871) une étude approximative de la propagation d'une onde liquide de forme quelconque, dans un canal dont les eaux sont en repos ou animées d'un mouvement uniforme. M. Boussinesq a repris la question en détail, dans son *Traité des eaux courantes*, et a poussé l'approximation beaucoup plus loin. Il a pu expliquer la plupart des faits constatés expérimentalement. Néanmoins, quand il s'agit d'appliquer ses formules aux questions pratiques, on est souvent arrêté par ce fait qu'elles sont établies pour des ondes de faible hauteur, se propageant dans des canaux de forme régulière, alors qu'on peut avoir à considérer des ondes relativement hautes, et des cours d'eau de forme et de pente très variables.

» La présente Note a pour objet de donner, dans ce cas, une indication approximative sur les variations d'un des éléments de la forme de l'onde, sa hauteur maximum en chaque point du cours d'eau.

» Soit donc un cours d'eau de forme quelconque, satisfaisant seulement aux conditions générales habituellement admises, c'est-à-dire :

» 1° Que les variations de section et de pente ne s'y produisent que graduellement;

» 2° Que les pentes longitudinales y restent assez faibles pour que l'on puisse admettre l'égalité des angles et de leurs sinus.

» Je suppose que le régime permanent qui s'y est établi soit troublé par la propagation d'une onde de forme et de hauteur quelconques, répondant seulement à la condition d'être suffisamment allongée pour que les courbures de son profil longitudinal soient négligeables.

» Je prends l'équation du mouvement varié sous la forme adoptée par de Saint-Venant, sans les coefficients de correction qui y ont été ajoutés par M. Boussinesq, et dont l'introduction dans les calculs ne modifierait pas, du reste, les résultats.

» Cette équation est

$$\frac{d}{ds}\left(\frac{U^2}{2g}\right) + \frac{1}{g}\frac{dU}{dt} = i - \frac{dh}{ds} - \frac{\chi}{\omega} b_1 U^2. \tag{1}$$

Dans une section donnée du cours d'eau, le maximum de hauteur se produit à l'instant t, défini par la condition

$$\frac{dh}{dt} = 0.$$

A ce moment, le profil instantané de l'onde est tangent à son enveloppe au droit de la section considérée, en un point A.

» Soit A_1 la nouvelle position du point de contact au bout du temps dt.

» Soit $d_1 U^2$ la différentielle totale du carré de la vitesse du point A au point A_1. Sa valeur sera

$$d_1 U^2 = \frac{dU^2}{ds} ds + \frac{dU^2}{dt} dt.$$

» Soit V la vitesse de déplacement du point de contact $\frac{ds}{dt}$. On pourra écrire

$$\frac{d_1 U^2}{ds} = \frac{dU^2}{ds} + \frac{1}{V}\frac{dU^2}{dt}.$$

» En combinant cette équation avec (1), il vient

$$\frac{d_1 U^2}{ds} = 2g\left(i - \frac{dh}{ds} - \frac{\chi}{\omega} b_1 U^2\right) + 2\left(\frac{U - V}{V}\right)\frac{dU}{dt}.$$

» La dérivée $\frac{dU}{dt}$ est très petite pour le point de contact de l'onde avec son enveloppe.

» On peut admettre en effet, avec de Saint-Venant, qu'en première approximation la vitesse U dépend uniquement de h, ce qui permet de poser

$$\frac{dU}{dt} = \frac{dU}{dh}\frac{dh}{dt}$$

et, comme $\frac{dh}{dt}$ est nul au moment considéré, $\frac{dU}{dt}$ l'est également.

» Si l'on appelle $\frac{d_1 h}{ds}$ la pente de A en A_1, cette quantité sera égale à $\frac{dh}{ds}$, puisque l'onde est tangente à son enveloppe en A. L'équation (1) peut donc s'écrire

$$(2) \qquad \frac{d_1 U^2}{ds} = 2g\left(i - \frac{d_1 h}{ds} - \frac{\chi}{\omega} b_1 U^2\right).$$

» C'est l'équation d'un écoulement permanent qui présenterait, dans chaque section, une hauteur d'eau et une vitesse égales à celles qui s'y produisent au moment du passage du maximum de l'onde.

» Pour achever de définir cet écoulement permanent, il faut voir ce que devient l'équation de continuité

$$\frac{d\omega}{dt} + \frac{dq}{ds} = 0.$$

» Au moment du maximum de hauteur d'eau, $\frac{dh}{dt}$ est nul et il en est de même de $\frac{d\omega}{dt}$, d'où

$$\frac{dq}{ds} = 0.$$

» Soit $d_1 q$ la variation totale de q de A en A_1; on a en général

$$d_1 q = \frac{dq}{ds} ds + \frac{dq}{dt} dt,$$

ce qui devient ici

$$d_1 q = \omega \frac{dU}{dt} dt.$$

» L'hypothèse faite ci-dessus sur la nullité de $\frac{dU}{dt}$ conduit donc à la condition

$$d_1 q = 0.$$

» L'écoulement permanent défini par l'équation (2) se fait, par conséquent, à débit constant, et le profil en long de la surface libre correspondante est déterminé si l'on connaît la hauteur et la vitesse dans une section quelconque. Si le lit du cours d'eau n'est pas défini analytiquement, on peut néanmoins calculer la courbe de proche en proche, avec une approximation aussi grande qu'on le désire.

» On obtient ainsi la hauteur maximum de l'onde dans chaque section et la vitesse de l'eau correspondante.

» Cette analyse permet d'étudier en première approximation les modifications que subit la hauteur d'une onde liquide, par l'effet des variations de pente et de section du cours d'eau dans lequel elle se propage. »

PHYSIQUE. — *Sur l'absorption de la lumière par un corps placé dans un champ magnétique.* Note de M. **Auguste Righi**, présentée par M. A. Cornu.

« Dans ma Note du 25 juillet 1898, j'ai décrit les phénomènes auxquels on devait s'attendre en produisant le phénomène *inverse* de Zeeman (c'est-à-dire par absorption) avec de la lumière polarisée.

» Dans ce nouveau champ de recherches, j'ai été suivi par d'autres physiciens (1) qui ont reconnu, sous une forte dispersion, que le phénomène de Zeeman est accompagné d'une rotation des vibrations dont les longueurs d'onde sont voisines de celles des radiations absorbées.

» Suivant M. Becquerel (2) et M. Voigt (3), on pouvait prévoir cette rotation, qui est liée à la dispersion anomale, comme M. Becquerel (4) vient de le démontrer par des expériences remarquables.

» Contrairement à l'opinion de MM. Corbino et Macaluso, je ne crois pas que cette rotation constitue la cause principale de l'apparition de lumière, que l'on observe dans mon expérience, car la condition pour que les phénomènes de rotation soient observables (grande largeur des raies d'absorption) n'est pas nécessaire et, comme on verra, est même nuisible, pour obtenir les effets que j'ai décrits. En tout cas, on ne peut pas dire

---

(1) Macaluso et Corbino, *Comptes rendus,* 17 octobre 1898.
(2) *Comptes rendus,* 31 octobre 1898.
(3) *Göttinger Nachr.*, 1898, Heft 4.
(4) *Comptes rendus,* 5 décembre 1898.

d'une manière absolue que mon expérience permet de découvrir l'existence du phénomène Zeeman seul; elle révèle, d'une manière simple et très sensible, l'existence d'un phénomène moins simple, c'est-à-dire du phénomène Zeeman avec les rotations, plus ou moins sensibles, des vibrations qui l'accompagnent peut-être toujours. Mais on peut compléter les raisonnements donnés dans la Note précédente, en mettant en ligne de compte la largeur des raies d'absorption.

» Or, il est facile de comprendre que si le corps absorbant placé dans le champ magnétique donne, dans les conditions ordinaires, une raie d'absorption ayant une largeur sensible, on trouvera dans le spectre de la lumière qui l'a traversé deux lignes polarisées circulairement, l'une à droite et l'autre à gauche, ayant aussi une largeur sensible, et qui empiéteront l'une sur l'autre. La partie commune restera obscure après l'action de l'analyseur, et l'on n'aura d'apparition de lumière que dans les parties extérieures correspondantes des deux lignes.

» Cela explique comment la lumière, qui apparaît par l'action du champ magnétique, augmente d'intensité jusqu'à une certaine limite, lorsque l'intensité du champ croît. Mais on comprend aussi que, avec de larges raies d'absorption, la couleur de ladite lumière pourra n'être plus complémentaire de celle que le corps absorbant transmet.

» Toutefois cette couleur peut varier par une autre cause, et précisément par la diversité probable de grandeur, pour les différentes raies d'un même corps, du dédoublement produit par le champ magnétique.

» Des expériences nouvelles avec l'hypoazotide montrent bien ces changements de couleur. En effet, une colonne de ce gaz, longue de $0^m,40$, placée dans un champ de 600 unités environ (produit par une grande bobine, dans l'axe de laquelle se trouve le tube contenant l'hypoazotide) ne donne pas d'effet; mais si avec de l'air sec on chasse peu à peu le gaz absorbant, on voit d'abord apparaître une faible lumière jaune rouge, lorsque l'on ferme le circuit; puis cette lumière devient plus vive et plus blanchâtre, et enfin elle devient vert bleu. On observe les mêmes changements de couleur dans la lumière que le champ magnétique fait apparaître, en employant du gaz pur, mais avec des épaisseurs décroissantes.

» Avec le spectroscope à vision directe on constate que c'est surtout sur la partie moyenne du spectre que l'action du champ se manifeste, et que peut-être même avec de faibles épaisseurs la lumière vert bleu ne contient pas toutes les radiations dont la longueur d'onde est sensiblement égale à celle des radiations absorbées dans les conditions ordinaires. Ce n'est donc que d'une manière approchée que le spectre de la lumière vert bleu peut être considéré comme complémentaire du spectre de la lumière transmise dans les conditions usuelles.

» Comme une densité ou une épaisseur trop grandes diminuent l'intensité de la

lumière que le champ magnétique fait apparaître, j'ai voulu reprendre des essais que j'avais faits sans succès avec les vapeurs d'iode et de brome, mais en employant cette fois des épaisseurs très petites. Dans ces nouvelles conditions j'ai obtenu le phénomène attendu. En effet, avec la vapeur d'iode (avec certaines précautions expérimentales) on voit apparaître une belle lumière bleu de ciel lorsqu'on ferme le courant, si la vapeur n'a que quelques millimètres d'épaisseur. Avec la vapeur de brome, telle qu'elle se produit à la température ordinaire, et sous une épaisseur d'un centimètre environ, on voit apparaître une lumière vert bleu.

» D'autres vapeurs m'ont donné des résultats semblables; ainsi, avec le bromure d'iode (IBr) et le chlorure d'iode (ICl) j'ai vu apparaître une lumière bleue, et avec le tétrabromure de sélénium ($SeBr^4$) une lumière vert bleu. Mais il peut se faire que ces vapeurs soient en partie dissociées.

» Ces expériences rendent au moins vraisemblable que pour toutes ces vapeurs, comme pour l'hypoazotide, le phénomène Zeeman existe, et que l'on puisse constater le dédoublement des raies; mais il faudra probablement employer des champs magnétiques d'intensité très grande.

» Que ce soit sur les radiations dont les longueurs d'onde sont très voisines de celles des radiations absorbées que le champ magnétique exerce son action, je l'ai montré avec l'expérience des deux flammes de sodium décrite dans la Note précédente. J'ai répété depuis cette expérience avec deux tubes remplis d'hypoazotide, ce qui la rend très facile. Un des tubes, long par exemple de $2^{cm},7$, est placé entre les pôles; l'autre plus long, par exemple 40^{cm}, est placé entre la source de lumière et l'électro-aimant. Dans ces conditions tout phénomène disparaît, pendant que l'on observe l'apparition de la lumière vert bleu, si l'on crée le champ après avoir éloigné le tube de 40^{cm}. En remplaçant ce tube par un autre plus court, par exemple de $12^{cm},5$, le phénomène se produit mais faiblement. L'explication de ces faits est évidente, et je ne m'y arrêterai pas.

» Dans ce qui précède, la lumière est toujours supposée parallèle aux lignes de force magnétiques. Mais dans ma première Communication j'ai prévu aussi les effets que l'on obtiendrait en employant de la lumière perpendiculaire aux lignes de force, polarisée et analysée circulairement. Je n'ai pas pris alors en considération le cas où la lumière aurait ses vibrations rectilignes et inclinées (par exemple de 45°) sur les lignes de force. On se rend compte facilement que dans ces conditions le champ fera apparaître de la lumière, comme dans le cas de la lumière parallèle aux lignes de force. C'est ce que M. Cotton [1] vient d'observer avec l'hypoazotide. L'expérience, sous cette forme, n'est pas compliquée par la

---

[1] *Comptes rendus*, 5 décembre 1898.

rotation des vibrations; mais M. Voigt (¹) a prévu une double réfraction, qui vient ainsi s'ajouter au phénomène de Zeeman.

» J'ai fait de mon côté des expériences semblables, avec des épaisseurs variables du gaz absorbant et reconnu les mêmes effets que dans le cas de la lumière parallèle aux lignes de force. Il n'y a entre les deux cas qu'une petite différence d'intensité de la lumière que le champ fait apparaître, à parité d'intensité de ce champ, lorsque cette lumière est observée directement, ou au moyen d'un spectroscope de faible dispersion. »

MAGNÉTISME. — *Sur une forme simple de magnétomètre.* Note de M. A. **Guillet** (²), présentée par M. Lippmann.

« J'ai construit un appareil qui permet d'étudier facilement *l'aimantation,* au point de vue des facteurs qui en peuvent modifier l'état : intensité du champ magnétisant, trempe, chocs, arrachements, recuit, etc. Il comprend un équipage mobile, formé d'un cadre plan c solidaire d'un cylindre creux C, suspendu par un fil métallique très fin f au micromètre de torsion m (*voir* la figure). Le courant est conduit au système Cc et en sort par des fils d'argent très lâches, d'un diamètre inférieur à $\frac{1}{50}$ de millimètre, fixés en a, b. Les montants SS du support peuvent coulisser dans les colonnes creuses DD, ce qui permet l'emploi de fils f de longueur variable. L'appareil est complété par les supports réglables s, s' et par un jeu d'équipages.

» Le mode d'emploi est le suivant : on mesure d'abord le pôle m, puis la distance l des pôles.

» I. L'aimant étudié P est installé verticalement en s, de façon à produire une déviation maximum de l'équipage. Le moment moteur correspondant W est constant et fournit par tour le travail magnéto-électrique $2\pi W$. Ce travail est mesuré aussi, pour le courant total 1, par le flux magnétique $4\pi m$ calculé sur la surface C qui enveloppe le magnétisme libre m. Pour une intensité de courant I, on a

$$W = 2mI.$$

D'ailleurs $W = C\alpha$, C étant la constante de torsion du fil et α la déviation;

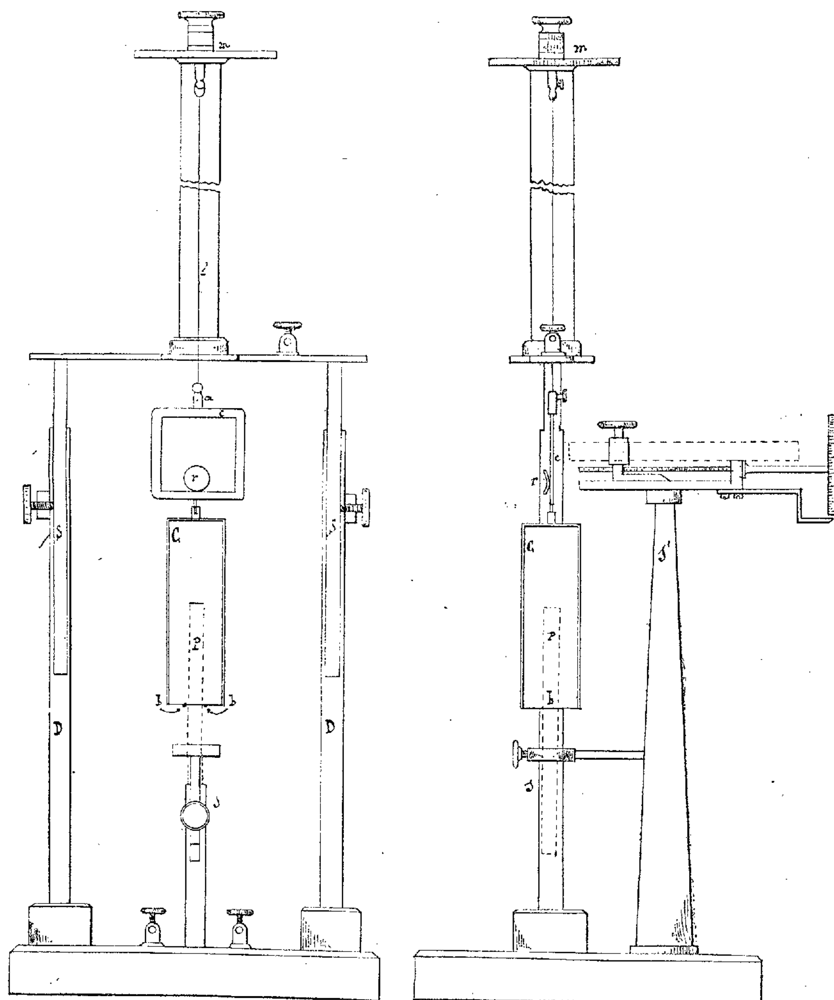
(¹) *Loc. cit.*

(²) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Lippmann.

donc

$$(1) \qquad m\mathrm{I} = \frac{\mathrm{C}}{2}\alpha.$$

Après avoir fait subir à l'aimant une *modification quelconque*, on a, en le



reportant dans l'appareil actionné par le même courant I,

$$m'\mathrm{I} = \mathrm{C}\alpha'.$$

Ainsi

$$\frac{m'}{m} = \frac{\alpha'}{\alpha}.$$

Le rapport $\frac{\alpha'}{\alpha}$ mesure la modification *définie* subie par l'aimant au point de vue du magnétisme libre.

» II. On détermine la position du pôle au moyen du cadre *c*.

» L'aimant est disposé en *s'* suivant l'axe du cadre, et doit rester suivant l'axe quelle que soit la position de celui-ci.

» Si le cadre est circulaire et de rayon R, le moment déviant a pour mesure

$$(2) \qquad W' = 2mI(\sin^3\beta - \sin^3\beta') = C\alpha'';$$

β et β' mesurent les angles sous lesquels on voit des pôles de l'aimant le rayon du cadre, α'' est la déviation.

» Pour $R = 1^{cm}$, le second pôle étant à une distance de 10^{cm}, $\sin^3\beta'$ est de l'ordre de 10^{-3}. En amenant le premier pôle dans le plan du cadre, on a $\beta = \frac{\pi}{2}$ et le moment W' prend à 10^{-3} près sa valeur maximum $2mI$. Une vis micrométrique donne le déplacement *u* qu'il a fallu faire subir à l'aimant, dont la face terminale est d'abord amenée dans le plan du cadre, pour produire la déviation maximum.

» La lecture *u* mesure la distance du pôle à l'extrémité correspondante de l'aimant.

» On peut, d'ailleurs, calculer *u* au moyen de la déviation relative à une position quelconque.

» En désignant par λ la distance de l'extrémité de l'aimant, de longueur totale *l*, au plan du cadre et posant

$$\rho = \frac{R}{\lambda + u}; \qquad \rho' = \frac{R}{\lambda + l - u},$$

on a

$$(3) \qquad \sin^3\beta = \rho^3(1+\rho^2)^{-\frac{3}{2}}; \qquad \sin^3\beta' = \rho'^3(1+\rho'^2)^{-\frac{3}{2}}.$$

» Les valeurs (3) et celle de $\frac{C}{mI}$ tirée de (1) étant portées dans l'équation (2), on obtient une équation donnant *u*.

» Toutes les mesures doivent être répétées après retournement, bout pour bout, de l'aimant.

» J'ai d'abord étudié l'appareil comme galvanomètre (G). Dans le modèle employé, le fil de platine *f* avait $\frac{1}{20}$ de millimètre de diamètre et 30^{cm} de longueur. Pour un seul aimant droit la déviation, observée au moyen d'un miroir de 1^{m} de rayon, était de 150^{mm} par $\frac{1}{50}$ d'ampère. Le zéro est

très fixe, il n'est pas influencé par un champ magnétique, uniforme dans la région où se trouve l'équipage, si celui-ci est d'une construction bien symétrique. L'intensité du courant déviant est rigoureusement proportionnelle à l'angle de déviation quel qu'il soit. En employant des prises de courant liquides, le zéro est variable et la sensibilité très réduite à cause de l'intervention des actions capillaires. Pour la mesure des courants très intenses, le mercure recouvert d'eau acidulée sulfurique peut convenir.

» La formule de l'appareil, employé comme balistique, est particulièrement simple : la période d'oscillation de l'équipage *libre*, de moment d'inertie A, étant T et l'angle d'impulsion α, on a

$$(4) \qquad T = 2\pi\sqrt{\frac{A}{C}}, \qquad mQ = \sqrt{AC}\,\frac{\alpha}{2},$$

d'où

$$(5) \qquad 4\pi mQ = CT\alpha.$$

» La constante de torsion C peut être déterminée sur place, sans qu'il soit nécessaire de modifier l'appareil, puisque le moment d'inertie A de l'équipage est calculable.

» En substituant à l'aimant P une bobine de section s et de pas $\frac{1}{n_1}$, l'appareil fonctionne comme électrodynamomètre (E) et donne

$$(6) \qquad I = k\sqrt{\alpha}, \qquad k^2 = \frac{C}{2n_1 s}.$$

» Le pôle de la bobine, qui intervient en correction dans les électrodynamomètres ordinairement employés, est ici le facteur principal.

» Au point de vue des mesures absolues, deux appareils (E), (G) sont mis en série, le premier donne I et le second m. Le galvanomètre (G) donne Q lorsque l'on connaît m. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Méthode générale de séparation du chlore, du brome et de l'iode mélangés à l'état de sels d'argent.* Note de M. **H. Baubigny**, présentée par M. Troost.

« J'ai fait voir récemment [1] le parti que l'on peut tirer de l'emploi d'un mélange d'acide sulfurique et de bichromate pour oxyder les sels halo-

[1] *Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 1219.

génés d'argent, et séparer l'iode d'avec le chlore ou le brome en vue d'un dosage de ces corps. A ce propos, je me dois de faire connaître que Mac Nair, dans une très courte Notice qui a paru en 1892 dans le *Chemical news* et qui m'avait tout d'abord échappé, peut-être même à cause de sa concision, avait déjà reconnu l'action de cet oxydant sur les sels d'argent qui nous occupent. Toutefois, il s'était borné à une pure indication *qualitative*, car dans cette Note l'auteur annonçait qu'il poursuivait ses expériences pour voir si la méthode ne pouvait être employée avec avantage pour la séparation complète de l'iode d'avec le chlore et le brome. Je n'ai pu cependant relever aucune publication nouvelle de Mac Nair sur ce sujet, depuis 1892. Peut-être a-t-il été arrêté par des difficultés que j'ignore? Pour cet auteur, tout s'est donc borné à une simple *observation qualitative* et de plus, sur le *sel* pris à l'état *humide* ainsi qu'il le spécifie.

» Or à l'aide du mélange de bichromate et d'acide sulfurique, non seulement on peut séparer *quantitativement* l'iode, du chlore et du brome quand on opère sur les sels d'argent simplement essorés, mais de plus, comme le prouve l'expérience, la méthode ne perd rien en rigueur, ni en précision lorsque le précipité a été préalablement desséché à 170°-190° même pendant plusieurs heures. C'est là un fait important, que Mac Nair ne paraissait pas soupçonner, et qui constitue cependant un avantage sérieux, car avant l'analyse du mélange on peut alors en déterminer le poids exact et s'assurer ainsi un contrôle rigoureux sur les résultats trouvés ultérieurement pour chacun des éléments.

» La durée de l'oxydation est seulement plus longue que lorsqu'on traite le produit simplement essoré à froid, la surface d'attaque étant moindre vu l'agglomération de la matière; et cette durée augmente naturellement avec les dimensions des grains. Pour ceux de la grosseur de petites lentilles, il faut compter, au plus, une heure et demie à deux heures, pour que l'action soit complète à 90°-95°.

» Ce fait établi, que l'iode peut de la sorte être rigoureusement isolé du chlore et du brome, quand tous trois sont combinés à l'argent, il eût été désirable de pouvoir réaliser, aussi facilement et avec la même précision par un mode identique, la séparation directe du chlore et du brome pris dans les mêmes conditions. Malheureusement mes divers essais dans ce but ont tous échoué. Par voie d'oxydation, quel que soit le moyen mis en usage, le bromure d'argent est toujours plus facilement décomposé que le chlorure, exactement comme cela a lieu pour le bromure de cuivre vis-à-vis du chlorure correspondant, lorsqu'on traite ces derniers par le permanga-

nate en liqueur neutre. Seulement pour le bromure et le chlorure d'argent, en milieu acide, l'écart d'oxydabilité est moindre que pour les mêmes sels de cuivre en solution aqueuse. Aussi a-t-on toujours un peu de chlore qui distille avec le brome, si la décomposition du bromure se produit d'une façon aisée; tandis que cette décomposition devient au contraire extrêmement lente, si l'on cherche à éviter celle du chlorure en présence.

» Aussi, sans plus m'attarder à ce problème, ai-je pensé qu'il était préférable, une fois la décomposition des sels d'argent par le mélange chromosulfurique effectuée, de ramener la question, pour le chlore et le brome, à une analyse des sels alcalins correspondants, en traitant, à cet effet, le liquide du condensateur, où les deux corps halogènes ont été recueillis.

» Dans ce but, la lessive alcaline est versée dans un ballon à réaction, en décantant aussi parfaitement que possible, et l'on rince deux à trois fois le condensateur en ajoutant les eaux de lavage aux eaux-mères. Comme il y a intérêt à ne pas avoir un volume liquide trop fort lors de cette seconde opération, qui a pour but d'isoler le brome, à ce point de vue notre condensateur présente encore un avantage. En effet, la capacité de chacune de ses parties est connue (¹) et il n'exige pour bien fonctionner que relativement peu de liquide, de même que pour son rinçage; on peut donc arriver à ne pas dépasser, en totalité, le volume de 70^{cc} à 75^{cc}; on colore à ce moment par une goutte d'hélianthine, puis, comme pour un dosage alcalimétrique, on y verse peu à peu une solution étendue d'acide sulfurique jusqu'à rendre la liqueur légèrement acide; 3^{cc} à 4^{cc} suffisent d'ordinaire. Le gaz sulfureux, ajouté à l'alcali au début, réduit les produits oxygénés du chlore et du brome qui ont été formés; et le liquide rendu à nouveau alcalin par une goutte de potasse, on détruit l'excès de gaz sulfureux en ajoutant du permanganate jusqu'à persistance d'une légère teinte rose.

» Après tous ces détails opératoires, plus longs à décrire qu'à pratiquer, on ajoute alors les poids de sulfate de cuivre et de permanganate nécessaires; les traits de jauge que porte le ballon indiquent très approximativement le volume final; puis on ferme et l'on porte à 100° en faisant passer le courant d'air qui aide aussi à la dissolution rapide du sulfate et du permanganate. L'oxydation achevée, on retrouve tout le brome, et le brome seul, dans le condensateur adapté à l'appareil, puisque le chlore reste dans le ballon à réaction, d'après ce que nous avons établi M. P. Rivals et moi (²).

» Les résultats de deux de mes analyses, effectuées sur des mélanges synthétiques (des trois sels) préalablement séchés à 180°, suffiront pour montrer la précision à laquelle on peut atteindre par ce procédé.

(¹) Chaque petite boule a de 5^{cc} à 6^{cc} de capacité, et il suffit d'en remplir trois pour que, lors du passage du courant d'air, les six boules du condensateur soient baignées par le liquide alcalin soulevé et pulvérisé par l'air.

(²) *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 527 et 607.

Ag I	Ag Cl	Ag Br	SO^4H^2 employé.	$Cr^2O^7K^2$ ajouté.	Durée d'opération.	Ag I	Ag Cl	Ag Br
mis en expérience.						retrouvés.		
$0^{gr},1384$	$0^{gr},1146$	$0^{gr},2080$	25^{cc}	2^{gr}	2^{h}	$0^{gr},1381$	$0^{gr},1148$	$0^{gr},2077$
$0^{gr},1360$	$0^{gr},2865$	$0^{gr},2080$	25^{cc}	2^{gr}	2^{h}	$0^{gr},1363$	$0^{gr},2868$	$0^{gr},2078$

» L'oxydation faite dans les deux cas à 95°-97° était fort probablement achevée avant les deux heures pendant lesquelles on a prolongé l'expérience; mais j'ai pris le maximum de temps par raison de prudence.

» D'ailleurs, appliquée à des composés insolubles, la méthode par oxydation partielle, c'est-à-dire ne portant que sur une partie des corps en présence, n'est réellement possible que si les sels insolubles se trouvent dans un état de division extrême. Car si le composé fixe ou réputé tel, ici le chlorure d'argent, prédominait, l'opération serait impraticable avec une matière compacte, telle qu'on l'obtient après dessiccation; et dans notre cas, le bromure disséminé dans la masse du chlorure échapperait forcément, en partie tout au moins, à l'oxydation.

» Toutefois, si je n'ai pu trouver, dans l'emploi des oxydants, un procédé qui m'ait permis de séparer directement en vue d'un dosage le chlore et le brome, quand ils sont combinés à l'argent, du moins cette recherche m'a conduit à un mode pratique et rapide pour reconnaître la présence du brome dans un mélange de sels halogénés d'argent : c'est en traitant le précipité, bien divisé et encore humide, par l'acide nitrique ($d = 1,34$) et des cristaux de permanganate. Ainsi que nous l'avons vu, à froid, ce mélange transforme l'iodure en iodate et n'agit pas sensiblement sur le chlorure d'argent; tandis qu'il attaque peu à peu le bromure, et comme le papier de fluorescéine est très sensible à la vapeur de brome, on a donc un moyen très simple pour déceler le brome. Pour cette recherche, il suffit même de $0^{gr},010$ à $0^{gr},012$ de précipité, s'il renferme du bromure en quantité appréciable.

» Pour opérer, dans un petit ballon de 3^{cc} à 4^{cc} de capacité et à col très court, on introduit la prise d'essai bien essorée, on arrose avec 1^{cc} à 2^{cc} d'acide nitrique à l'aide d'un tube effilé, puis on laisse tomber quelques cristaux de permanganate, on agite légèrement et, sur l'ouverture du col, on dépose le papier de fluorescéine humide. L'acide permanganique en se décomposant dégage de l'oxygène, qui entraîne le brome mis en liberté, et la formation d'éosine révèle sa présence. L'action est produite en quatre ou cinq minutes et souvent même moins. »

ZOOLOGIE. — *Sur la formation de la tête des Hyménoptères, au moment de leur passage à l'état de nymphe.* Note de M. L.-G. SEURAT, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Le mécanisme de la formation de la tête des Insectes hyménoptères est un des problèmes les plus controversés, la majorité des auteurs prétendant que la tête de l'imago est formée aux dépens de la tête et du premier segment du corps de la larve. Les faits que nous avons observés chez un Braconide, le *Doryctes gallicus* Rheinhard, prouvent qu'il n'en est pas ainsi.

» La larve, de très bonne heure, possède les ébauches des organes imaginaux; si on l'examine avant la filature du cocon, on voit qu'elle est formée de quatorze segments, un céphalique, trois thoraciques, dix abdominaux; la bouche est termino-ventrale; en avant et sur les faces latérales de la tête, deux petites saillies représentent les antennes; le corps est enveloppé de deux couches chitineuses, l'enveloppe externe étant destinée à être rejetée lors de la prochaine mue, la couche chitineuse interne étant la nouvelle cuticule; immédiatement appliquée contre elle, se trouve l'assise épidermique, qui l'a sécrétée; la tête et le premier segment sont délimités par un repli bien apparent de la cuticule et de l'assise épidermique; sous l'antenne larvaire, formée par un repli de la cuticule, l'épiderme est invaginé en une fossette au fond de laquelle s'élève un massif cellulaire de forme conique, qui n'est autre que l'ébauche de l'antenne de l'adulte; à la face ventrale du premier segment, une paire de disques imaginaux invaginés représente la première paire de pattes.

» *Origine de la tête.* — Examinons une larve qui a filé son cocon; cette larve s'est débarrassée de la cuticule ancienne; la tête a pris une plus grande importance, par un processus qui mérite d'être signalé : en avant de la limite entre la tête et le prothorax, l'épiderme céphalique s'invagine vers l'arrière sous le prothorax; cette invagination se produisant dans les régions postéro-dorsales et latéro-dorsales de la tête, ces régions sont cachées en partie sous ce segment; à mesure que la tête s'accroît, elle s'invagine de cette façon sous le prothorax; les régions ventrale et latéro-ventrales postérieures conservent leur ancienne limite, marquée par le sillon cuticulaire; ce processus d'invagination permet d'expliquer l'opinion des auteurs qui pensent que la tête est formée par la tête et le premier segment; dans beaucoup d'Hyménoptères, en particulier dans l'*Apanteles glomeratus* L., les yeux se pigmentent de très bonne heure et par suite deviennent visibles; or, ces yeux, se développant sur les parois latérales postérieures de la tête,

sont cachés sous le prothorax, et sont vus par transparence à travers la paroi prothoracique et la cuticule et semblent alors appartenir au premier segment; les observations de Ratzeburg, Goureau, etc., sont exactes, mais mal interprétées, comme nous venons de le voir.

» Les pièces buccales de l'imago se forment sous les pièces buccales larvaires; les ocelles apparaissent en arrière de la tête; les antennes, formées avec tous leurs articles, sont repliées sous la cuticule.

» *Thorax définitif*. — Le pronotum définitif réunit la tête au mésonotum; le pronotum a, au moment où il se forme, une position verticale; des changements importants ne vont pas tarder à se manifester : la tête tourne dans le plan médian de telle sorte que la bouche, termino-ventrale, va devenir ventrale; ce mouvement a pour effet de dévaginer la région postérieure de la tête; en second lieu, le mésonotum va prendre un développement de plus en plus considérable et refouler le pronotum au fond du sillon qui sépare la tête du thorax. Le mouvement de rotation de la tête est indiqué à l'extérieur par le déplacement de la bouche, des antennes et surtout des ocelles : ces derniers, situés tout d'abord dans la région postérieure de la tête, vont se déplacer et suivre le mouvement de cette dernière, leur position finale étant la région antérieure dorsale de la tête; à ce moment, la bouche est nettement ventrale; le mouvement de rotation de la tête a pour effet d'invaginer en partie la région ventrale et de former un sillon très profond définissant sa limite ventrale; ce processus d'invagination est d'ailleurs utilisé pour la formation des apodèmes. Le pronotum a pris sa position définitive au fond du sillon dorsal : il est horizontal. La mue nymphale se produit à ce moment, la cuticule larvaire est rejetée. La jeune nymphe a une tête bien distincte du thorax. Les sillons qui délimitent la tête, le prothorax et le mésothorax vont s'agrandir dans les stades suivants; la base d'insertion postérieure de la lèvre inférieure s'invagine profondément, de façon à donner une attache plus solide, et ce processus se traduit à l'extérieur par un léger relèvement des palpes labiaux, qui s'insèrent maintenant sur les faces latérales de la lèvre inférieure, alors qu'ils étaient ventraux dans la nymphe jeune.

» La cuticule nymphale ne suit pas ces processus d'invagination : l'épiderme sécrète une cuticule nouvelle qui est la cuticule définitive; dans les nymphes âgées, la cuticule nymphale ayant conservé les contours de la nymphe jeune, il est extrêmement facile de suivre les modifications de forme qui se sont produites. A l'éclosion, l'imago rejette la cuticule nymphale.

» Les observations précédentes montrent que la tête est formée uniquement par la tête de la larve; d'abord invaginée, cette tête, par un mouvement de rotation dans le plan médian, se dévagine et acquiert sa forme définitive. »

GÉOLOGIE. — *Une coupe transversale des Alpes briançonnaises, de la Gyronde à la frontière italienne.* Note de MM. **Kilian** et **Lugeon**, présentée par M. Marcel Bertrand.

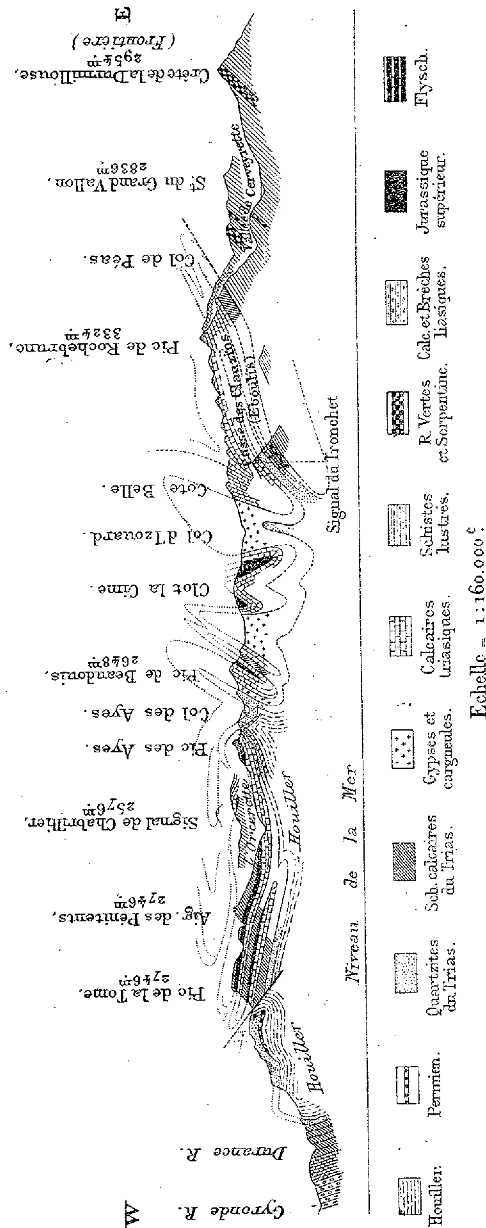
« Une série de courses effectuées cet été dans le but de lever les tracés géologiques de la feuille Briançon, pour le compte du Service de la Carte géologique détaillée de la France, nous a amenés à l'établissement d'une coupe très intéressante. Ce profil coupe transversalement la zone du Briançonnais, du confluent de la Gyronde et de la Durance (la Bessée) à la frontière italienne (Haute Cerveyrette). La partie occidentale comprise entre la Durance et le col des Ayes a été levée par M. Lugeon; la partie orientale, à partir de ce dernier point jusqu'à la frontière, par M. Kilian.

» La zone anticlinale houillère qui forme, d'après la démonstration de M. Marcel Bertrand [1], l'axe de symétrie tectonique de la chaîne alpine dans les Alpes de Savoie, se poursuit nettement jusqu'à Briançon. Au sud de cette ville, le terrain carbonifère ne tarde pas à disparaître sous un épais revêtement d'assises triasiques. A partir de là, c'est un synclinal, né dans l'éventail houiller, qui se substitue à l'anticlinal et qui joue, sur une certaine longueur, le rôle d'axe de symétrie; ce pli s'approfondit plus au sud au col de Furfande où il est occupé par des dépôts tertiaires (grès du flysch).

» En effet, lorsqu'on remonte la vallée des Ayes, tributaire de la Durance en aval de Briançon, on constate nettement que, dès le début, les grès houillers sont flanqués, sur la rive orientale du torrent, d'une épaisse assise de quartzites triasiques plongeant à l'ouest et que sur la rive opposée ils supportent également des quartzites possédant toutefois un plongement inverse. L'axe ainsi défini sépare deux régions plissées de régime assez différent; à l'ouest, les plis regardent la France et constituent une série de grandes nappes faiblement inclinées sur l'horizon et comprenant des noyaux synclinaux de marbre jurassique rouge (massif de Pierre-Eyrautz); à l'est, les anticlinaux sont tournés vers l'Italie, d'abord simplement déjetés vers l'est (massif de la Grande Maye), puis plus étirés et couchés sur les schistes lustrés de la zone suivante (massif Lasseron-Rochebrune).

(1) Marcel Bertrand, *Études dans les Alpes françaises* (*Bull. Soc. géol. de France*, 3e série, t. XXII, p. 69 et suivantes; 1894).

» Cette disposition continue vers le midi en s'accentuant encore et en



se schématisant pour ainsi dire : la bande houillère centrale se dédouble tout en plongeant sous les dépôts du trias inférieur ; entre ses deux branches,

qui ne se traduisent plus que par deux anticlinaux de quartzites *déjetés en sens inverse,* apparaît, au col des Ayes même, un synclinal occupé par des dolomies et des cargneules. La coupe est ici pour ainsi dire idéale, tant elle est régulière. Le col est en effet sur un *synclinal de symétrie;* les grès houillers ont totalement disparu, mais ils réapparaissent plus au sud (près des châlets de l'Échaillon), reliés aux quartzites par des anagénites permiennes, dans l'axe du plus occidental des deux plis déjetés chacun dans une direction diamétralement opposée à l'est et à l'ouest du col des Ayes. L'anticlinal occidental se poursuit au sud du col; sa racine est tantôt droite, tantôt légèrement déjetée vers l'est, tandis que sa tête est fortement couchée vers l'ouest; parmi les plis qui se succèdent vers l'est, on observe également, malgré le pendage général vers l'ouest de l'ensemble de ces accidents, une certaine hésitation toute locale dans le sens du déversement pour quelques-uns des anticlinaux (Clot de la Cime) les plus rapprochés de l'axe de symétrie. Quant au synclinal du col des Ayes, sa continuation vers le sud correspond à la bande de flysch du col de Furfande, également limitée par des assises à plongements opposés.

» Ainsi, la zone houillère à structure en éventail, dont M. Marcel Bertrand a défini la signification importante en Savoie, se poursuit tectoniquement au sud de Briançon (¹) où le synclinal triasique du col des Ayes, qui en occupe l'axe, joue exactement le même rôle dans la symétrie de *cette partie* (²) du système alpin.

» Comme M. Bertrand (³) l'a écrit pour la zone houillère de Maurienne, on peut dire, pour la dépression des Ayes, que ce synclinal *comprend « la » ligne axiale des plissements » de la région,* et que « sur ses bords il y a de » part et d'autre comme une zone frontière où le sens du déversement est » indécis »; que, « une fois cette zone frontière passée, tous les plis se » couchent uniformément vers l'extérieur, à l'ouest vers la France, à » l'est vers l'Italie. »

M. **J.-J. Andeer** adresse une nouvelle Note sur « Les ostioles dans les règnes animal et végétal comme appareil régulateur. »

(¹) Comme l'un de nous l'avait déjà indiqué en 1897 (*Comptes rendus des Collab., Carte géol. de France*, 1897-1898).

(²) Quelle que soit, du reste, la façon d'interpréter l'origine de cette zone.

(³) *Loc. cit.*, p. 113.

M. L. Marty adresse une série de Notes relatives à diverses questions de Mécanique céleste.

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 2 janvier 1899.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. Berthelot, Friedel, Mascart, Moissan. Septième série. Tome XVI. Janvier 1899. Paris, Masson et Cie, 1899; 1 broch. in-8°.

Sur les nitriles-alcools aliphatiques et leurs dérivés, par M. Louis Henry, Membre de l'Académie royale de Belgique, Professeur à l'Université de Louvain. Bruxelles, Hayez, 1898; 1 vol. in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie, 6e série, Tome IX. Paris, Octave Doin, 1899; 1 fasc. in-8°.

La Tribune médicale, 2e série, n° 52. Paris, 1898; 1 fasc. in-8°.

Journal d'Hygiène, 23e Volume, n° 1162. Paris, 1898; 1 fasc. in-4°.

Gazette des Hôpitaux, n° 148. Paris, 1898; in-4°.

La France médicale, par A. Chevallereau. N° 52. Paris, 1898; 1 fasc. in-4°.

Revue scientifique, 4e série, Tome X. Paris, 1898; 1 fasc. in-4°.

La Nature. Directeur : H. de Parville. N° 1136. Paris, G. Masson et Cie, 1898; 1 fasc. in-4°.

Le Magasin pittoresque. Directeur : M. D. Albas. Paris, 1899; 1 fasc. in-4°.

Chronique industrielle, par Casalonga. N° 52. Paris, 1898. 1 fasc. in-4°.

Société de Biologie. Tome V. Paris, 1898; 1 fasc. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 JANVIER 1899,

PRÉSIDENCE DE M. VAN TIEGHEM.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'hystérésimètre construit par MM.* Blondel *et* Carpentier. Note de M. **Marcel Deprez.**

« L'instrument présenté à l'Académie par MM. Blondel et Carpentier, dans la séance du 5 décembre dernier, et auquel ils ont donné le nom d'*hystérésimètre Blondel,* est identique comme principe à l'hystérésimètre, — dont il ne diffère que par les dimensions, — que j'ai imaginé il y a plus de quinze ans et que je n'ai pu faire construire que beaucoup plus tard pour les galeries du Conservatoire national des Arts et Métiers : il y figure depuis quatre ans. J'avais d'abord pensé à lui donner la même forme que celle qui est représentée par le croquis annexé à la Note de M. Blondel ; c'est-à-dire à n'employer qu'un simple aimant en fer à cheval, tournant autour d'un axe vertical et tendant à entraîner, par hystérésis, un fil de fer circulaire, enroulé dans la gorge d'une petite poulie de bois, fixée à un ressort qui,

dans l'espèce, se réduisait à un simple fil de torsion. Mais j'ai pensé que les résultats ainsi obtenus n'auraient aucune valeur industrielle et j'ai pris le parti de lui donner des dimensions telles, que l'on pût mesurer l'hystérésis de véritables anneaux de fer, ayant des dimensions de même ordre que celles des anneaux des dynamos, construits d'une manière identique, soumis à l'action d'un champ magnétique tournant, produit par des électro-aimants d'une puissance comparable à celle des inducteurs employés dans les dynamos, et mobiles autour d'un axe vertical, auquel on imprime une rotation plus ou moins rapide.

» Pour augmenter encore l'effet produit, j'ai mis quatre pôles, au lieu de deux, ce qui permet : 1° de doubler l'effort d'entraînement produit sur l'anneau de fer; 2° de doubler le nombre de cycles, correspondant à une vitesse angulaire donnée des inducteurs tournants, et de constater ainsi plus facilement l'influence du nombre de cycles, accomplis dans l'unité de temps, sur la valeur de l'hystérésis.

» Toutes les dispositions avaient été prises d'ailleurs pour que l'anneau de fer pût être enlevé rapidement et remplacé par un autre, de provenance différente.

» Le couple d'entraînement exercé sur l'anneau de fer est, comme dans l'instrument présenté par MM. Blondel et Carpentier, mesuré au moyen d'un ressort spiral.

» L'avantage qui résulte de la substitution d'électro-aimants à un aimant en fer à cheval consiste en ce que l'on peut, en faisant varier l'intensité du courant, étudier l'influence de l'intensité du champ sur la valeur de l'hystérésis et obtenir, en outre, des champs beaucoup plus puissants que ceux que permet de produire un aimant permanent.

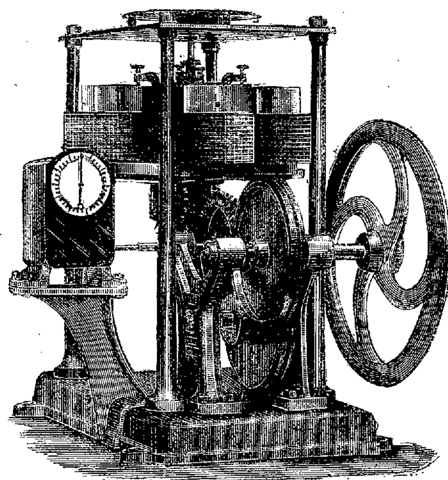
» Il est d'ailleurs facile de mesurer le flux de force, qui traverse l'anneau de fer, par le procédé suivant : En un point quelconque de cet anneau se trouve un cadre métallique, qui s'y adapte exactement de façon à former une spire de forme rectangulaire, dont l'un des côtés s'enlève à volonté; de façon qu'on puisse la placer ou l'enlever, sans rompre la continuité de l'anneau. Les extrémités du circuit formé par cette spire sont reliées à un commutateur à quatre coquilles, contre lequel frottent deux balais, communiquant avec un galvanomètre, dont l'équipage mobile possède un grand moment d'inertie. Le courant périodique, engendré dans la spire pendant que l'anneau tourne, est ainsi redressé et produit à chaque tour quatre courants, dont les actions mécaniques sur l'équipage mobile sont toutes de même sens.

» Si l'on désigne par N le nombre de pôles du système inducteur qui passent dans une seconde devant un point fixe ; par $\mathcal{F}$ la valeur du flux de force totale dans le fer de l'anneau, à l'endroit où il a son maximum d'intensité (c'est-à-dire à un quelconque des quatre points neutres de l'anneau); par R la résistance du galvanomètre, celle de la sphère étant négligeable; par i l'intensité du courant moyen accusé par le galvanomètre : il est facile de démontrer que l'on a

$$\mathcal{F} = \frac{Ri}{N}.$$

» Cet appareil permet donc de mesurer très facilement tous les éléments qui influent sur la valeur de l'hystérésis (¹).

» Je dois dire toutefois que le dispositif destiné à la mesure du flux de



force de l'anneau de fer n'a pas été appliqué au modèle du Conservatoire des Arts et Métiers, représenté par la figure ci-dessus, d'après une photographie.

(¹) On pourrait aussi mesurer le flux total qui traverse l'anneau, dans le sens de la circonférence au moyen du galvanomètre balistique, de la manière suivante : En un point quelconque de cette circonférence, on enroule à la main quelques spires d'un fil (de manière à constituer une véritable section comme celles d'un anneau Pacinotti), dont les extrémités aboutissent aux bornes d'un galvanomètre. On fait ensuite tourner lentement l'anneau, jusqu'à ce que la section ainsi formée soit située à égale distance des centres des pièces polaires de deux inducteurs consécutifs et, par conséquent, de signe contraire ; on l'arrête alors dans cette position : on lance le courant excitateur

» Je ferai enfin remarquer que l'hystérésimètre que je voulais construire primitivement, en employant un aimant tournant en forme de fer à cheval, n'était que la reproduction de l'indicateur de vitesse magnétique que j'ai imaginé en 1880 et décrit dans le journal *La Lumière électrique* du 11 juin 1881. La seule différence des deux appareils consiste en ce que le tube de fer de l'indicateur de vitesse n'était pas sectionné et qu'il était revêtu d'une enveloppe de cuivre, destinée à faire naître des courants induits, qu'il faut au contraire supprimer dans l'hystérésimètre. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Essai de cryoscopie des urines,* par M. **Ch. Bouchard.**

« J'ai indiqué (*Soc. de Biol.,* 6 novembre 1897) que le carbone de l'albumine, à la suite des transformations régressives de cette substance, s'élimine dans les proportions suivantes par les trois émonctoires, pour 100 parties du carbone de l'albumine :

43 par le poumon,
32 par l'intestin,
25 par le rein.

» C'est une moyenne normale.

» Mais même à l'état normal, ces chiffres varient. Les urines de l'homme sain renferment de 21 à 31 pour 100 du carbone de l'albumine élaborée, et ces limites peuvent être franchies à l'état pathologique.

» La majeure partie de ce carbone est associée à l'azote et, dans les conditions normales, pour 100 parties d'azote urinaire, il peut y avoir 78 de carbone au moins, 115 au plus et là encore l'état pathologique dépasse ces limites. Cela veut dire que, suivant les circonstances, même à l'état normal, mais surtout à l'état pathologique, les corps azotés riches en carbone peuvent

---

des inducteurs; on attend que l'équipage mobile du galvanomètre soit revenu au zéro et l'on interrompt le courant des inducteurs; l'angle balistique de l'équipage mobile fait alors connaître le flux de force cherché. Cette méthode est inférieure à la précédente, en ce qu'elle exige deux séries de mesures : celle de l'hystérésis, prise pendant la rotation de l'anneau, et celle du flux, pendant qu'il est en repos; en outre, si le galvanomètre est à circuit mobile, la mesure de l'angle balistique exige des précautions assez délicates, si l'on veut éliminer des causes d'erreur dues au pouvoir amortisseur considérable de ce genre d'instrument.

être plus ou moins abondants par rapport au corps azoté pauvre en carbone, l'urée.

» Cela veut dire encore que, suivant les circonstances qui influencent la nutrition, la grosse molécule d'albumine dont le poids est voisin de 6000 peut, par dissociations successives et perte de carbone, se réduire en molécules très nombreuses et beaucoup plus petites, comme l'urée dont le poids moléculaire est 60, mais que ces petites molécules peuvent se trouver mélangées en proportions variables avec d'autres molécules moins réduites ou plus grosses, telles que, pour prendre quelques exemples, la créatinine, l'acide urique, l'urobiline, une ptomaïne, auxquels corps correspondent respectivement les poids moléculaires de 113, 168, 592, 1021. Plus la nutrition est parfaite, plus rares sont les grosses molécules, plus nombreuses sont les petites molécules, les molécules d'urée.

» C'est vrai également pour les substances minérales.

» Le soufre est, avant la destruction, partie constituante de la grosse molécule d'albumine, comme le phosphore est partie constituante de la lécithine ou des nucléo-albumines; c'est par fragmentations successives de la molécule et par oxydations qu'ils arrivent à constituer les phosphates ou les sulfates urinaires, dont les poids moléculaires varient de 120 à 272. Je fais une exception pour le chlorure de sodium qui sort de l'organisme comme il y est entré, sans y avoir subi autre chose que des dissociations transitoires. Tous les autres corps urinaires, corps minéraux ou corps organiques, sont le résultat d'une élaboration, d'une destruction des grosses molécules, qui ont fourni des molécules nombreuses et plus ou moins réduites. Le nombre et la réduction du poids des molécules est en rapport avec l'activité, la perfection de la nutrition. Le poids moyen de l'ensemble des molécules urinaires sera plus faible si la nutrition est plus parfaite, plus élevé si elle est languissante.

» J'ai demandé à la Cryoscopie la détermination de ce poids moléculaire moyen.

» L'urine de l'homme sain, si elle n'est pas diluée ou si on la suppose non diluée, se congèle aux environs de $-1°,35$. J'ai vu varier ce point de congélation entre $-0°,50$ et $-2°,24$.

» J'établis le poids des matières solides dissoutes dans 100^{cc} d'urine; j'y dose le chlorure de sodium; enfin, je détermine le point de congélation de l'urine après l'avoir diluée à $\frac{1}{2}$ et même à $\frac{1}{5}$, si c'est nécessaire, pour empêcher la précipitation de certains corps. Je retranche des matières solides le poids du chlorure de sodium, j'ai ainsi le poids des matières éla-

borées. Je retranche du degré de congélation le nombre de centièmes de degré auquel descendrait le thermomètre si l'on faisait congeler seulement le chlorure de sodium dissous dans un même volume d'eau, j'ai ainsi le point de congélation de la solution des matières élaborées. La formule $\frac{KP}{C}$ donne le poids moléculaire moyen, P étant le poids de matière élaborée contenue dans l'urine, C le degré de congélation, K une constante égale à 18,5.

» Malgré toutes les irrégularités inhérentes à la solution des corps urinaires dans un milieu aqueux, malgré les dissociations possibles des composés minéraux, la méthode donne des résultats qui m'ont paru être intéressants. Quatre fois seulement sur 82 déterminations, j'ai obtenu un poids moléculaire moyen notablement inférieur à 60. Je suppose que, dans ces cas, les molécules des sels minéraux, par dissociation, ont acquis un nombre double et un poids deux fois moindre. Je rejette ces cas sans en tenir compte.

» Chez l'homme normal, le poids moléculaire supérieur à 60 s'en éloigne fort peu : c'est 62 ou 63; très rarement il monte à 68.

» Chez presque tous les malades, le poids est supérieur : il varie de 68 à 112.

» Il est élevé dans la tuberculose avec ou sans fièvre; mais, si la fièvre devient excessive, de 40° à 41°, le poids de la molécule diminue et se rapproche de la normale.

» Il est élevé dans la fièvre typhoïde et dans la pneumonie; il revient à la normale très vite après la défervescence.

» Au contraire, on peut voir, après l'apparente guérison de la pleurésie aiguë, persister les grosses molécules de 90, alors que l'épanchement ou les frottements ont disparu et que la température est normale, indice de la persistance d'une cause cachée.

» La molécule est grosse dans la goutte, même apyrétique; relativement petite dans le rhumatisme articulaire aigu.

» La syphilis, même en dehors de toute manifestation, m'a fourni, dans quatre cas, des molécules à poids élevé.

» Une maladie où les idées régnantes donneraient à penser que les matières urinaires doivent renfermer les molécules à poids faible plus abondamment qu'à l'état normal, la néphrite chronique, même quand on s'est débarrassé de l'albumine, donne un poids moléculaire moyen élevé, quelquefois énorme. Il semblerait que, dans cet état morbide, tout ne se

réduit pas à l'imperméabilité rénale et qu'un trouble nutritif accumule dans le sang les grosses molécules qui sont aussi les molécules toxiques.

» Les altérations organiques du foie et les troubles de la fonction hépatique, même quand il n'y a pas ictère, augmentent le poids moyen des molécules urinaires; le carbone qui devait être jeté dans l'intestin reste fixé sur des corps qui suivent l'émonction rénale.

» Si, chez un malade fébricitant, on suit, dans les périodes du nychthémère, la marche de la température et celle du poids moléculaire, on constate entre les deux une sorte de parallélisme, le poids diminuant sensiblement dans les périodes d'apyrexie. »

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *Histologie de la peau. Définition et nomenclature des couches de l'épiderme chez l'homme et les mammifères;* par M. L. **Ranvier**.

« Comme on le sait, l'épiderme est bien distinct du derme, celui-ci provenant du feuillet moyen du blastoderme, tandis que l'épiderme est d'origine ectodermique. L'épiderme se renouvelle sans cesse, ses cellules profondes donnant constamment naissance par division à de nouveaux éléments cellulaires.

» Les cellules qui jouissent de la propriété de se diviser forment une couche à part à laquelle convient le nom de *stratum germinativum*. Pour l'observer et en même temps reconnaître les principaux phénomènes de la division indirecte, la meilleure méthode est la suivante : Enlever par une section tangentielle la peau de la plante du pied du cochon d'Inde, la placer pendant une heure dans le liquide de Flemming, la transporter dans l'alcool et, douze heures après, y faire des coupes minces, perpendiculaires à la surface, que l'on colore par la purpurine ou l'hématoxyline.

» La couche qui succède au *stratum germinativum* est caractérisée par la présence, au sein du protoplasma cellulaire, de nombreuses fibrilles épidermiques. Je la désignerai sous le nom de *stratum filamentosum*. C'est après dix ans d'observations répétées sur la peau de l'homme et des mammifères, à l'état normal et pathologique, que je me suis aperçu pour la première fois de l'existence des fibrilles épidermiques. Aujourd'hui, tous les voient sans difficulté, même avec des objectifs ordinaires.

» L'eau ne les modifie pas notablement. Elles résistent à l'ébullition. Les acides et les alcalis les gonflent. Elles se colorent en violet sous l'influence

de l'hématoxyline et en rouge sous celle du carmin. La thionine les colore en vert pâle ou ne les colore pas du tout, tandis qu'elle détermine dans le protoplasma cellulaire une coloration violette intense. Les filaments d'union des cellules du *stratum filamentosum* étant constitués par les fibrilles épidermiques qui passent de cellules en cellules, il en résulte que ces filaments ne sont point colorés par la thionine ou seulement colorés en vert très faible, alors que les cellules elles-mêmes sont violettes. On arrive ainsi à constater que les filaments d'union du *stratum filamentosum* ne sont pas de simples prolongements protoplasmiques; ce qui est fort important.

» L'ensemble des fibrilles épidermiques dans une coupe de la peau, examinée dans l'eau, produit, par suite de la diffraction qu'elles déterminent, une légère opacité, une teinte grisâtre dans tout le *stratum filamentosum,* alors que le *stratum germinativum* est translucide. Ces deux couches de l'épiderme, ainsi examinées, ont donc chacune des caractères particuliers.

» Les fibrilles épidermiques sont biréfringentes. Aussi une coupe de la peau du cochon d'Inde, disposée convenablement entre les deux nicols croisés, montre-t-elle le *stratum filamentosum* brillant et le *stratum germinativum* obscur. C'est encore là un moyen de déterminer la limite des deux couches.

» Au-dessus du *stratum filamentosum,* en se rapprochant de la surface, se trouve le *stratum granulosum* de P. Langerhans. Cette couche est caractérisée par la présence de l'éléidine granuleuse au sein du protoplasma cellulaire. Qu'il me soit permis de faire remarquer que les filaments épidermiques aussi bien que les grains d'éléidine ne sont pas du protoplasma; ils sont simplement élaborés par lui, comme les grains d'amidon dans les cellules végétales.

» Le picrocarminate d'ammoniaque et l'hématoxyline colorent l'éléidine, comme le savent tous les histologistes. La thionine après le flemming la colore en violet; mais cette coloration est un peu inconstante. Lorsqu'elle se produit, elle est fort remarquable.

» J'ai trouvé récemment une méthode qui donne du *stratum granulosum* et de l'éléidine des préparations démonstratives. On durcit à l'alcool, on colore au picrocarminate, on lave et l'on traite par l'eau de chaux. Les cellules sont gonflées et alors les granulations d'éléidine, qui ne sont point modifiées par la chaux, sont toutes absolument nettes.

» La peau de la plante du pied du cochon d'Inde et du rat (c'est avec intention que j'emploie toujours les mêmes objets d'étude, afin de rendre la comparaison des méthodes plus démonstrative) soumise, pendant une

heure, à l'action de l'acide osmique à 1 pour 100, fournit, comme on le sait, des préparations dans lesquelles la couche superficielle et la couche profonde du *stratum corneum* sont noires. Il serait noir dans toutes ses parties si l'on avait laissé plus longtemps la pièce dans la solution osmique.

» Au-dessous du *stratum corneum*, le séparant du *stratum granulosum*, se trouve une couche mince incolore qui semble correspondre au *stratum lucidum* de Œhl et Schrœn ([1]), que ces auteurs ont cependant observé la première fois à l'aide d'une autre méthode.

» En réalité, cette couche est double. Voici comment il faut s'y prendre pour le reconnaître : les coupes de la peau, faites après qu'elle a séjourné une heure dans l'acide osmique et vingt-quatre heures dans l'alcool, sont colorées par le picrocarminate et examinées dans la glycérine. L'éléidine n'y est pas colorée, parce qu'elle a subi la métallisation osmique. Le *stratum lucidum* vrai n'est coloré ni par le carmin, ni par l'acide osmique; mais au-dessous de lui et immédiatement au-dessus du *stratum granulosum* se voit une bande colorée en rouge vif. Cette bande est mince; elle est formée seulement de deux ou trois étages de cellules. Sa limite externe est régulière, sa limite interne festonnée. C'est elle qui, en réalité, sépare les deux couches principales de l'épiderme, les seules anciennement connues : la couche cornée et le corps muqueux de Malpighi. Je la désignerai, pour cela, sous le nom de *stratum intermedium*. Chose curieuse, le *stratum intermedium*, qui se colore si vivement par le carmin, ne se colore pas du tout par la purpurine. Après durcissement par l'alcool, la thionine le laisse aussi incolore, tandis que le *stratum corneum* est vert et le *stratum filamentosum* violet. On peut concevoir par l'imagination la beauté de ces préparations. En réalité, elles sont merveilleuses.

» Le *stratum intermedium* a, pour l'étude de l'évolution épidermique, une importance de premier ordre, car il en est la clef. Les cellules qui le composent sont claires. Elles contiennent un noyau atrophié et possèdent une enveloppe dans laquelle se trouvent des fibrilles épidermiques enroulées comme les fils d'un cocon. Le docteur Hans Rabl ([2]), dans un travail récent, a décrit et figuré une disposition semblable dans le *stratum corneum*. Elle est surtout marquée dans le *stratum intermedium*. Pour la bien voir, il faut observer des coupes faites après l'action du liquide de Flemming, sans coloration aucune ou, mieux encore, après coloration par la purpu-

---

([1]) Pour les indications bibliographiques, voir mon *Traité technique d'Histologie*.

([2]) *Arch. für microscop. Anatomie*, t. XLVIII, p. 430.

rine. Toutes les couches de l'épiderme y sont roses, à l'exception du *stratum intermedium,* qui est incolore.

» Sous l'influence du liquide de Flemming, dans la composition duquel il entre de l'acide acétique, les cellules du *stratum intermedium* sont légèrement gonflées, et la constitution fibrillaire de leur enveloppe devient apparente.

» Quand en vertu de l'évolution épidermique les cellules montent dans le *stratum lucidum* et plus haut encore dans le *stratum corneum,* elles perdent leur aspect filamenteux, mais leur enveloppe ne change pas de constitution pour cela. Il s'y est seulement produit une condensation telle que les limites fibrillaires sont devenues invisibles. Cependant on arrive à les observer si, à l'exemple de Hans Rabl, on examine les cellules isolées après macération prolongée dans le liquide de Müller.

» Le *stratum corneum* proprement dit, ou *stratum corneum verum,* a des réactions bien caractéristiques. Il est fortement biréfringent, se colore en noir sous l'influence de l'acide osmique, en vert intense sous celle de la thionine. La safranine le teint en rouge orangé très vif, tandis que, dans les autres couches de l'épiderme, sont seuls colorés les nucléoles et les filaments chromatiques des cellules en voie de division indirecte.

» Après l'action de l'acide osmique, les régions superficielles du *stratum corneum* se différencient des profondes. Elles sont plus faiblement colorées. Il arrive même qu'elles ne le sont pas du tout. On en voit se détacher des lambeaux qui vont être abandonnés au monde extérieur. C'est la fin de l'évolution épidermique, son dernier acte, pour ainsi dire. Il convient de désigner la couche superficielle en question sous le nom de *stratum disjunctum.*

» Il y a donc sept couches distinctes dans l'épiderme de l'homme et des mammifères. En suivant la marche de l'évolution épidermique elle-même, ce sont : *Stratum germinativum, S. filamentosum, S. granulosum, S. intermedium, S. lucidum, S. corneum, S. disjunctum.* Chacune de ces couches se présente avec des caractères physiques et des réactions chimiques parfaitement nets. On peut donc apprécier très aisément ses limites. Elles sont franches. On ne saurait mettre aucune hésitation à les reconnaître. Cependant ces couches ne sont pas formées d'éléments spéciaux. Une même cellule, née dans le *stratum germinativum,* atteint le *filamentosum* et devient filamenteuse, puis le *granulosum* et se charge d'éléidine, etc. En entrant dans le rang, elle sait ce qu'elle a à faire et le fait. C'est un ordre admirable, l'ordre de la Nature. »

ASTRONOMIE. — *Observation de l'éclipse totale de Lune du* 27-28 *décembre* 1898 *faite, à l'observatoire de Bordeaux, par MM.* G. Rayet, E. Doublet *et* F. Courty. Note de M. G. **Rayet.**

« L'observation de l'éclipse de Lune du 27-28 décembre a été, à l'observatoire de Bordeaux, contrariée par un ciel qui, d'abord nuageux et brumeux, n'a pas tardé à se couvrir d'une manière complète. A partir de minuit le phénomène n'a plus pu être suivi.

» Les immersions ou émersions d'étoiles demandées par l'observatoire de Poulkovo, et dont M. Backlund avait préparé la liste, n'ont donc été observées qu'en petit nombre soit à l'équatorial de 14 pouces (grossissement 140) par M. G. Rayet, soit à l'équatorial de 8 pouces (grossissement 73) par M. E. Doublet.

» Voici les résultats obtenus.

Numéro de l'étoile.	Phénomène.	Temps moyen de Bordeaux. Équat. de 14 pouces.	Équat. de 8 pouces.
39	Immersion	$10^h 32^m 36^s,7$	»
45	Immersion	10.49.29,7	»
46	Immersion	10.59.39,0	»
58	Immersion	11. 8.30,3	»
53	Immersion	11.22. 9,6	»
30	Émersion	11.30. 4,4	$11^h 30^m 12^s,2$
32	Émersion	11.32.48,5	»
36	Émersion	»	11.52.14,6
46	Émersion	»	12.27. 0,9

» Ces phénomènes ont, pour la plupart, été saisis dans de courtes éclaircies ou à travers une brume parfois assez intense pour cacher complètement le bord de la Lune.

» Les observations photographiques, confiées à M. Courty, ont également été très contrariées par l'état de l'atmosphère. Cependant 8 épreuves ont été obtenues.

» *Première épreuve.* — $10^h 0^m$ temps moyen de Paris; trois minutes après l'entrée dans l'ombre. Ciel peu nébuleux. Pose : une seconde. La partie de la Lune comprise dans la pénombre est surposée; la partie qui est dans le cône d'ombre pure n'est pas photographiée, la pose étant trop courte.

» *Deuxième épreuve.* — $10^h 4^m$ temps moyen de Paris, sept minutes après l'entrée

dans l'ombre. Ciel légèrement nébuleux. Pose : trois secondes. La portion de la Lune qui est encore dans la pénombre est très surposée. La région comprise dans l'ombre pure est plus reproduite que dans l'épreuve précédente. Les détails sont assez nombreux à la limite de séparation de l'ombre et de la pénombre.

» *Troisième épreuve.* — $10^h 33^m$ temps moyen de Paris, trente-six minutes après l'entrée dans l'ombre. Ciel très nébuleux. Pose : vingt secondes. Sur le négatif, le contour de la Lune est complet; la transition entre l'ombre et la pénombre est plus brusque que dans les épreuves précédentes.

» *Quatrième épreuve.* — $10^h 39^m$ temps moyen de Paris, quarante-deux minutes après l'entrée dans l'ombre. Ciel très nébuleux. Pose : trente secondes. Le contour entier de la Lune est visible sur le négatif. Là transition entre l'ombre et la pénombre est particulièrement rapide et brusque; la brume a amené la région de l'ombre au-dessous de l'intensité nécessaire à la photographie, tandis que la région de la pénombre est encore assez intense pour agir sur le gélatinobromure, et le contraste est ainsi exagéré.

» *Cinquième épreuve.* — $10^h 56^m$ temps moyen de Paris, onze minutes avant le commencement de l'éclipse totale. Ciel nébuleux. Pose : quarante secondes. Les deux tiers du contour sont reproduits et de nombreux détails sont visibles dans une bonne partie des régions de la Lune qui viennent de pénétrer dans l'ombre pure; c'est ainsi que l'on distingue avec facilité les contours de la mer des Pluies, de la mer de la Sérénité, de la mer de la Tranquillité et les principaux accidents des montagnes qui les séparent, le cratère Platon, etc.

» *Sixième épreuve.* — $11^h 9^m$ temps moyen de Paris, deux minutes après le commencement de l'éclipse totale. Ciel passable. Pose : soixante secondes. La moitié de la Lune est visible, ses détails sont nombreux et très nets dans la portion qui vient de pénétrer dans l'ombre.

» *Septième épreuve.* — $11^h 25^m$ temps moyen de Paris, dix-huit minutes après le commencement de l'éclipse totale. Ciel très brumeux. Pose : cent vingt secondes. Le négatif montre encore la moitié de la Lune.

» *Huitième épreuve.* — $11^h 51^m$ temps moyen de Paris, au milieu de l'éclipse totale. Pose : deux cent quarante secondes. Ciel très mauvais. Le négatif, très faible, montre certainement la moitié du contour de la Lune.

» Il semble résulter des observations précédentes qu'avec l'instrument photographique de Bordeaux (ouverture : 33^{cm}; distance focale : 343^{cm}) une pose de quatre minutes donnerait, par un beau ciel, l'image de la phase centrale d'une éclipse totale et que, dans cette image, on distinguerait des détails.

» Le temps de pose nécessaire pour reproduire une éclipse totale serait donc beaucoup plus court que celui que nous indiquions en 1891. Malheureusement le ciel du 27 décembre 1898 a été encore plus mauvais que celui du 15 novembre 1891. »

M. **Armand Gautier** présente à l'Académie la deuxième édition de son petit Ouvrage : « La Chimie de la cellule vivante ».

RAPPORTS.

HYDRODYDAMIQUE. — *Rapport sur un Mémoire de M.* Partiot, *du* 6 *juin* 1898 : « *Choix d'une formule de célérité.* »

(Commissaires : MM. Bouquet de la Grye, de Bussy; Hatt, rapporteur.)

« La propagation des ondes dans les canaux et rivières a été étudiée au point de vue théorique par plusieurs savants. Lagrange, Airy, de Saint-Venant, MM. Boussinesq, Maurice Lévy, pour n'en citer que quelques-uns, ont envisagé le problème difficile de la formation soit des ondes proprement dites, pour lesquelles le mouvement vertical des molécules se combine avec le mouvement horizontal, soit des crues périodiques ou non, résultant des mouvements sensiblement horizontaux.

» C'est ce dernier phénomène considéré plus généralement dans sa manifestation périodique, celle que présentent les fleuves auprès de leur embouchure, qui a fait l'objet des constantes études de M. Partiot appelé, par ses fonctions, à se préoccuper de l'amélioration des cours d'eau dont l'entretien était à sa charge. Parmi les Mémoires consacrés par lui à cet objet, il faut citer celui qui a été présenté à l'Académie le 10 juillet 1871. M. de Saint-Venant en a rendu compte dans plusieurs Notes qui ont fait époque, à la fois par les appréciations élogieuses du rapporteur et par les considérations théoriques nouvelles qu'il y a introduites.

» Le Mémoire actuel vient combler une lacune de celui de 1871 en abordant la vérification expérimentale de l'une des valeurs les plus importantes du problème, la vitesse de propagation de la marée, ce que l'on nomme encore la *célérité*. Il était impossible de constater l'accord ou le désaccord de la théorie avec les faits avant que ne fût organisé un système méthodique d'observations simultanées embrassant toute la partie maritime d'un fleuve. Les études antérieures de M. Partiot concernaient la Seine que les circonstances l'avaient mis à même de bien connaître, mais l'estuaire de ce fleuve présente des conditions tellement spéciales, qu'il serait téméraire de conclure du particulier au général d'après l'observation des manifestations de la marée entre le Havre et Rouen.

» A vrai dire, il faudrait sortir de France et même d'Europe pour aller chercher jusque sous les tropiques des cours d'eau réunissant, dans leur partie maritime, des conditions favorables à l'application de la théorie : absence de barre à l'embouchure, amplitude suffisante de la marée, pente insensible sur une assez grande longueur, régularité du lit, etc. Ces qualités ne sont qu'imparfaitement réalisées pour la Gironde, où l'auteur a cherché des vérifications; mais c'est encore de tous les cours d'eau situés à portée de l'observation celui qui y satisfait le mieux. Le fleuve est large et profond; on ne trouve pas à son embouchure de bancs étendus couvrant et découvrant à mi-marée, comme en Seine; la pente du lit est faible et, comme conséquence, la marée se propage à une grande distance dans l'intérieur.

» C'est sur cette longueur de 165^{km} environ que des observations de hauteurs d'eau simultanées ont été recueillies en quatorze ou quinze postes échelonnés depuis la pointe de Grave, à l'embouchure, jusqu'à la Réole, dans l'intérieur de la Garonne. Dans chaque station, l'ascension totale du niveau, pendant la demi-période de la marée, et sa descente pendant la demi-période suivante, sont divisées en un même nombre de parties que l'on considère comme définissant autant de phases se correspondant aux diverses stations. Des heures observées et des distances, on conclut les vitesses de propagation.

» En comparant ces vitesses aux différentes phases du phénomène, on constate, ce qui est d'accord avec la théorie, qu'elles vont généralement en augmentant avec la hauteur d'eau. A cette première constatation, le Mémoire en ajoute une autre en affirmant que, contrairement à l'opinion répandue, la propagation des phases négatives est plus rapide que celle des phases positives; en d'autres termes, que la mer descendante se propage plus vite que la mer montante. Il y aurait peut-être une réserve à faire relativement à cette assertion. Quand on dit communément que le flot se propage plus rapidement que le jusant, on traduit brièvement et inexactement ce fait, qui ne peut manquer de frapper, qu'à l'intérieur d'un fleuve la mer met moins de temps à monter qu'à descendre. Or ce fait n'est que la conséquence d'une succession de vitesses de propagation croissantes dans un cas et décroissantes dans l'autre, et il pourrait se produire encore si quelques-unes des vitesses décroissantes étaient supérieures aux vitesses croissantes correspondant à la même hauteur du niveau. Mais il est permis, *a priori*, de douter que la règle énoncée soit générale; l'égalité de durée des périodes totales aux diverses stations entraîne l'éga-

lité des vitesses aux phases extrêmes, que l'on mette l'origine de la période à la pleine ou à la basse mer; il suffit que la progression des vitesses soit à peu près régulière pour que la règle se trouve infirmée.

» D'ailleurs, les chiffres présentés par le Mémoire se rapportent à des phases successives définies par les intervalles de temps égaux des observations de la station de Grave située à l'embouchure. Il y a donc, dans la moyenne, prédominance des hauteurs aux environs des maxima; si l'on reprend les chiffres de manière à donner la même importance aux diverses phases des hauteurs successives, on constate, entre Grave et Pauillac, stations pour lesquelles cette vérification a été faite, des chiffres très voisins pour les vitesses de propagation pendant les périodes ascendante et descendante, $9^{m},6$ et $9^{m},9$. L'augmentation de vitesse de la dernière phase est beaucoup plus faible qu'il n'apparaît à l'inspection du Tableau n° 1.

» Le but principal du Mémoire de M. Partiot était l'application des diverses formules proposées pour calculer la vitesse de propagation et la comparaison du calcul avec l'observation. Cinq formules différentes ont été envisagées : celle de Lagrange, qui n'est applicable qu'aux ondes de très faible amplitude relativement à la profondeur du canal, les deux formules que M. de Saint-Venant a indiquées dans ses Communications de juillet 1871, une nouvelle formule que M. Partiot a calculée par extension de celle de Lagrange, enfin la formule que M. Boussinesq a proposée dans son *Essai sur la théorie des eaux courantes*.

» La donnée capitale à introduire dans toutes ces expressions est la profondeur du cours d'eau; on l'obtient, en chaque point, en faisant la moyenne des ordonnées exprimant les hauteurs d'un profil en travers et, dans une section déterminée du fleuve, comprise entre deux postes d'observation, c'est la moyenne des profils qui représentera la profondeur de la section. Une question se posera dès lors, quand des îles ou des bancs d'une certaine étendue créeront des chenaux longitudinaux différents : convient-il de faire entrer ou non ces ordonnées nulles dans la moyenne? La réponse est difficile. M. Partiot n'a pas tenu compte de ces ordonnées et l'on ne saurait l'en blâmer, il avait le bon sens pour lui; mais peut-être eût-il pu trouver quelques raisons valables de faire l'inverse. Tout ce que l'on peut affirmer, c'est qu'il est à peu près impossible de plier la réalité à nos conditions théoriques et qu'il ne faut s'attendre dès lors qu'à des vérifications imparfaites de nos déductions.

» Celles que M. Partiot a obtenues, dans l'ordre d'idées mentionné ci-dessus, sont cependant relativement satisfaisantes, comme on peut s'en

rendre compte en comparant les tracés théoriques résultant de l'application des diverses formules de célérité avec les courbes de hauteurs fournies par l'observation. Chose assez surprenante, la formule de Lagrange conduit à une superposition presque exacte, au moins pour la branche ascendante, entre la pointe de Grave et Tallais, c'est-à-dire dans la partie la plus inférieure du fleuve; mais, comme il fallait s'y attendre, elle convient moins bien dans les sections suivantes.

» Parmi les autres formules qui toutes tiennent compte de la variation de hauteur, c'est celle de M. Boussinesq qui semble donner les résultats les plus rapprochés de la réalité.

» En rendant justice aux qualités remarquables du Mémoire que nous avons examiné, nous devons remercier son auteur d'avoir enrichi les sciences d'observation d'une très notable série de faits nouveaux. Nous souhaitons que ceux-ci soient livrés à la publicité et, à cet égard, il nous faut exprimer le regret que les dimensions et la nature spéciale des documents présentés ne permettent pas de proposer leur insertion dans les Mémoires de l'Académie; mais il conviendrait, croyons-nous, d'attribuer à M. Partiot un témoignage plus explicite de sa bienveillance, et nous proposons à l'Académie de renvoyer le Mémoire à l'une des Commissions de prix. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui devront être présentés à M. le Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et Télégraphes, pour la chaire de Chimie industrielle actuellement vacante au Conservatoire des Arts et Métiers.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat, le nombre des votants étant 61,

M. Joannis obtient.	40 suffrages
M. Fleurent »	17 »
M. Verneuil »	2 »

Il y a 2 bulletins blancs.

M. Joannis, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, sera présenté par l'Académie comme candidat *en première ligne*.

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat, le nombre des votants étant 52,

M. Fleurent obtient . . . . 42 suffrages
M. Verneuil » . . . . 10 »

M. Fleurent, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, sera présenté par l'Académie comme candidat *en seconde ligne*.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions chargées de juger les concours de 1899.

Le dépouillement des scrutins donne les résultats suivants :

Prix Francœur. — MM. Poincaré, Darboux, Picard, Appell, Hermite.

Prix Poncelet. — MM. Darboux, Poincaré, Bertrand, Appell, Sarrau.

Prix extraordinaire de six mille francs. — MM. Guyou, de Bussy, Sarrau, Bouquet de la Grye, de Jonquières.

Prix Montyon (Mécanique). — MM. Maurice Lévy, Boussinesq, Sarrau, Léauté, Sebert.

Prix Plumey. — MM. Guyou, de Bussy, Sarrau, Marcel Deprez, Léauté.

Prix Lalande (Astronomie). — MM. Lœwy, Faye, Wolf, Janssen, Callandreau.

Prix Valz. — MM. Lœwy, Faye, Janssen, Wolf, Callandreau.

Prix La Caze (Physique). — MM. Cornu, Mascart, Lippmann, Becquerel, Berthelot, Violle, Cailletet, Potier, Bertrand.

Prix Montyon (Statistique). — MM. Haton de la Goupillière, de Jonquières, Rouché, Brouardel, Bertrand, Laussedat.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Mémoire de M. *André Markoff* « Sur les racines de l'équation $\frac{e^{x^2}\,d^m e^{-x^2}}{dx^m} = 0$ ».

2° Diverses publications, adressées à l'Académie par M. *Van der Mens-*

brugghe, professeur à l'Université de Gand, et relatives, pour la plupart, aux propriétés des liquides.

3° Deux Volumes publiés par l'*Association française pour l'avancement des Sciences,* et relatifs, le premier, à sa Session tenue à Saint-Étienne en 1897 (IIe Partie); le second, à sa Session tenue à Nantes en 1898 (Ire Partie). (Ces deux Volumes sont présentés par M. Brouardel.)

MM. **V. Thomas**, **G.-W. Hill**, **P. Lemoult**, **A. Hébert** adressent des remercîments à l'Académie, pour les distinctions accordées à leurs travaux.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Généralisation du prolongement analytique d'une fonction.* Note de M. **Eugène Fabry**, présentée par M. Poincaré.

» Lorsqu'une fonction analytique a une ligne singulière fermée, on considère cette fonction comme n'ayant plus aucun sens, si la variable traverse cette ligne singulière. Le prolongement analytique par la série de Taylor est, en effet, impossible. M. Borel est arrivé à donner dans certains cas une définition rationnelle du prolongement analytique (*Annales de l'École Normale,* 1895) en représentant la fonction par une expression convergente des deux côtés de la ligne singulière. Je me propose de montrer que l'on peut, par la seule considération de la continuité, généraliser la définition des fonctions analytiques de façon à pouvoir, dans des cas très généraux, les prolonger au delà des lignes singulières.

» Soient une fonction ayant une ligne singulière analytique, et a un point de cette ligne. Supposons qne la variable tende vers a par un chemin quelconque non tangent à la ligne singulière ; si la fonction tend vers une limite finie et déterminée, nous dirons que cette limite est la valeur de la fonction au point a. Si la fonction ou l'une de ses dérivées n'a pas de limite finie, nous dirons que $z = a$ est un point singulier absolu.

» Si la fonction et ses dérivées d'ordre quelconque ont, au point a, des valeurs déterminées, nous dirons que a est un point singulier non absolu ou qu'il n'est singulier que comme limite de points singuliers. Lorsque deux fonctions définies, l'une pour les points intérieurs, l'autre pour les points extérieurs à une ligne singulière commune, prennent les mêmes valeurs en chacun des points de cette ligne singulière, on peut dire qu'elles constituent une même fonction continue.

» Si les deux fonctions deviennent infinies ou indéterminées pour une suite dénombrable de points de la ligne singulière, et si, pour tous les autres points de cette ligne, elles ont des valeurs égales, on peut encore considérer l'une des fonctions comme un prolongement analytique de l'autre, car ces deux fonctions constituent une seule fonction continue, pourvu que le chemin décrit par la variable ne soit jamais tangent à la ligne singulière et ne la coupe jamais en un point d'indétermination; mais il peut la couper, sous un angle non nul, en chacun des autres points, qui forment une suite non dénombrable.

» Si les points singuliers absolus forment une suite dénombrable, et si les deux fonctions et leurs dérivées d'ordre quelconque prennent les mêmes valeurs en tous les autres points de la ligne singulière, on obtient une fonction unique qui reste continue, ainsi que toutes ses dérivées, pourvu que le chemin décrit par la variable ne passe jamais par un point singulier absolu et ne soit jamais tangent à la ligne singulière.

» Je compte étudier dans un Mémoire plus étendu les conséquences des définitions précédentes; mais il est facile de montrer par des exemples qu'elles s'appliquent à des cas très généraux. Considérons en particulier la série $\sum_{n=0}^{\infty}\frac{A_n}{z-a_n}$, étudiée par M. Borel. Supposons que l'ensemble dérivé de de l'ensemble des points a forme une courbe analytique fermée, et que cet ensemble dérivé comprenne l'ensemble des points a_n, qui seront alors tous sur cette ligne singulière. Supposons en outre que $\frac{-\mathrm{L}|A_n|}{\mathrm{L}n}$ augmente indéfiniment avec n, de façon que la série $\sum n^p A_n$ soit convergente quel que soit p. Tous les points a_n sont singuliers absolus; il peut y en avoir d'autres sur la ligne singulière, mais ils forment une suite dénombrable. La fonction est ainsi continue dans tout le plan, ainsi que ses dérivées, sauf aux points singuliers absolus. Soit, par exemple, la fonction

$$\sum_{n=0}^{\infty}\frac{h^n}{1-ze^{n\omega i}}=\sum_{n=0}^{\infty}\frac{z^n}{1-he^{n\omega i}}=-\sum_{n=1}^{\infty}\frac{z^{-n}}{1-he^{-n\omega i}},$$

où $\frac{\omega}{\pi}$ est incommensurable. Cette fonction reste continue ainsi que ses dérivées, pourvu que le chemin décrit par z ne soit jamais tangent à la circonférence de centre O et de rayon 1, et ne coupe cette circonférence qu'en des points $z=e^{\alpha i}$, où α n'a jamais une valeur de la forme $n\omega \pm 2k\pi$,

valeurs qui forment une suite dénombrable. Les fonctions ainsi obtenues sont uniformes dans tout le plan.

» Supposons que deux fonctions, définies dans deux régions différentes, aient des dérivées d'ordre μ qui constituent une même fonction continue dans les conditions précédentes. Si en outre ces deux fonctions et leurs μ premières dérivées sont égales en un point commun, sur la limite de leurs régions, nous dirons encore qu'elles constituent une même fonction, ou forment un prolongement analytique l'une de l'autre. C'est le cas de la série $\Sigma A_n \operatorname{Log}(z - a_n)$, où les a_n et A_n remplissent les mêmes conditions. Cette fonction, limitée à la ligne singulière, est uniforme; mais elle a une infinité de valeurs si la variable peut se déplacer dans tout le plan, sans passer par les points singuliers absolus.

» Considérons, par exemple, la fonction

$$- \sum_{n=0}^{\infty} h^n \operatorname{Log}(1 - z e^{n\omega i})$$
$$= \sum_{n=1}^{\infty} \frac{z^n}{n(1 - h e^{n\omega i})} = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{z^{-n}}{n(1 - h e^{-n\omega i})} - \frac{L(-z)}{1-h} - i \sum_{n=1}^{\infty} h^n (n\omega + 2k\pi)$$

où $\frac{\omega}{\pi}$ est incommensurable, et $L\,1 = 0$ pour $z = 0$. Elle reste continue dans les mêmes conditions que sa dérivée $\sum \frac{h^n}{1 - z e^{n\omega i}}$; mais si la variable décrit un contour fermé qui coupe la circonférence singulière aux points $e^{\alpha i}$, $e^{\beta i}$, la fonction est augmentée de $2\pi i \Sigma h^n$, où n ne prend que les valeurs telles que $n\omega - 2k\pi$ soit compris entre $-\alpha$ et $-\beta$. Si $|h| < \frac{1}{2}$ ces valeurs sont toujours différentes, à chaque arc correspond ainsi une nouvelle valeur, et les valeurs que peut prendre cette fonction continue forment une suite non dénombrable. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les points singuliers d'une fonction définie par une série de Taylor.* Note de M. SERVANT, présentée par M. Poincaré.

« Soit une série de Taylor de rayon de convergence égal à 1,

$$f(z) = c_0 + c_1 z + c_2 z^2 + \ldots;$$

la recherche des singularités de la fonction analytique ainsi définie a été

entreprise pour la première fois par M. Hadamard (¹), qui l'a résolue complètement dans le cas où ces singularités sont des pôles ainsi que dans quelques autres cas particuliers. Depuis, MM. Fabry (²), Leau et Le Roy (³) ont contribué à étendre ces résultats. Je me propose, dans cette Note, de rappeler une méthode générale pour le calcul de ces points singuliers, que j'ai développée dans un Mémoire envoyé dernièrement à l'Académie, au concours pour le grand prix des Sciences mathématiques, et d'en tirer quelques conséquences.

» Considérons la fonction entière adjointe de la fonction $f(z)$,

$$E(a) = c_0 + \frac{c_1 a}{1} + \frac{c_2 a^2}{2!} + \ldots + \frac{c_n a^n}{n!} + \ldots.$$

» M. Borel a démontré que la condition nécessaire et suffisante pour que le point 1 soit singulier était que l'on ait

$$(1) \qquad \lim_{a=\infty} \sup.\, e^{-a} E[a(1+\varepsilon)] \neq 0 \qquad (a \text{ réel}),$$

si petit que soit le nombre positif ε. Considérons alors la limite supérieure pour $a = \infty$ de $\mathrm{mod}[E(ax)]^{\frac{1}{a}}$ (x réel). Si cette limite est égale à e^x, il est bien évident que le point 1 sera singulier, car la condition (1) est remplie; inversement on voit de suite que si le point 1 est singulier, on a

$$\lim_{a=\infty} \sup.\, [E(ax)]^{\frac{1}{a}} = e^x.$$

» La condition (1) se généralise facilement : si l'on pose

$$z = \rho e^{i\theta},$$

on voit de suite que la condition nécessaire et suffisante pour que le point 1 soit singulier est que l'on ait

$$\lim_{a=\infty} e^{-\rho} E(a\rho e^{i\theta}) \neq 0,$$

quand

$$\rho \cos\theta - 1 > 0;$$

on démontre alors facilement que l'on a

$$\lim_{a=\infty} \sup.[E(az)]^{\frac{1}{a}} = e^{\rho\cos\theta},$$

(¹) Hadamard, *Thèse de doctorat*, 1892.
(²) Fabry, *Annales de l'École Normale*, 1896, et *Journal de Mathématiques*, 1898.
(³) Leau, Le Roy, *Comptes rendus*, 1898.

θ étant voisin de o et compris entre certaines limites faciles à déterminer.

» Plus généralement si l'argument du point singulier est α on aura

$$\lim_{a=\infty}.\,\text{sup.}\,[\mathrm{E}(az)]^{\frac{1}{a}} = e^{\rho\cos(\theta-\alpha)},$$

et l'on voit de suite comment cette formule permet de déterminer les points singuliers de $f(z)$ situés sur le cercle de convergence et même sur le polygone de sommabilité, quelle que soit leur nature.

» M. Borel a démontré (¹) qu'en général le cercle de convergence d'une série de Taylor est une coupure; on en déduit que pour une série $\mathrm{E}(a)$, où les coefficients sont quelconques, on aura, quel que soit l'argument de z,

$$\lim_{a=\infty}.\,\text{sup.}\,[\mathrm{E}(az)]^{\frac{1}{a}} = e^{\rho},$$

ce qui revient à dire que pour les valeurs très grandes de la variable le module de la fonction entière $\mathrm{E}(z)$ ne dépend que du module de la variable; inversement il serait sans doute aisé de démontrer directement cette proposition et d'en tirer une nouvelle démonstration du théorème de M. Borel.

» En partant des résultats du même auteur on démontre facilement que si $f(z)$ est régulière à l'origine $\mathrm{E}(a)$ est d'ordre apparent égal à 1 (²); on peut alors écrire cette fonction sous la forme

$$\mathrm{E}(z) = e^{cz}\prod\left(1-\frac{z}{a_n}\right)e^{\frac{z}{a_n}},$$

d'où

$$\frac{\frac{\partial}{\partial a}\mathrm{E}(az)}{\mathrm{E}(az)} = cz + \sum\left(\frac{1}{1-\frac{az}{a_n}} + \frac{z}{a_n}\right).$$

Si l'on continuait les calculs sans se préoccuper de la convergence des

---

(¹) Borel, *Comptes rendus*, 1896, et *Acta mathematica*, 1897.

(²) On peut généraliser ce résultat en multipliant les divers termes du développement de $f(z)$ par les coefficients du développement de Taylor d'une fonction entière simple de genre $\frac{p}{q}$ (par exemple d'un sinus d'ordre supérieur); on en déduirait un théorème analogue à celui de M. Hadamard (*Journal de Mathématiques*, 1893), permettant de reconnaître l'ordre d'une fonction entière à l'aide des coefficients de la série.

séries du second membre on parviendrait de suite à l'égalité

$$\lim_{a=\infty} \frac{\frac{\partial}{\partial a} \mathrm{E}(az)}{\mathrm{E}(az)} = \frac{z}{\alpha_\nu} = cz + \sum \frac{z}{a_n},$$

qui n'est pas rigoureuse, car le second membre est en général divergent; néanmoins rien ne nous empêche de dire que le premier membre est la somme du second et de poser

$$\frac{1}{\alpha_\nu} = c + \sum \frac{1}{a_n};$$

ceci est légitime : car si le second membre converge, il y a une des déterminations du premier qui est égale à sa somme et, d'autre part, dans tous les cas la connaissance des a_n permet de déterminer les α_ν.

» Si la fonction $f(z)$ dépend de un ou plusieurs paramètres $\lambda, \lambda_1, \ldots,$ les points singuliers α_ν seront fonctions de ces paramètres, fonctions qui peuvent être de natures très diverses et qui diffèrent en général des fonctions analytiques en ce qu'elles peuvent avoir en un point une infinité non dénombrable de valeurs. Une telle fonction est complètement définie par les c_n, et les propositions peuvent permettre de calculer sa valeur en un point; on peut aussi, par un théorème de M. Hadamard et ses généralisations, effectuer certaines opérations simples sur ces fonctions. On peut aussi les définir par les a_n et calculer leurs valeurs en un point, et il serait intéressant de voir dans quelle mesure les règles ordinaires du calcul sont applicables aux séries $\sum \frac{1}{a_n}$.

» La condition qui caractérise de telles séries est bien connue; il suffit que

$$\sum \left| \frac{1}{a_n} \right|^{1-\varepsilon}$$

étant divergente

$$\sum \left| \frac{1}{a_n} \right|^{1+\varepsilon},$$

soit convergente, si petit que soit le nombre positif ε. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la correspondance entre les lignes droites et les sphères.* Note de M. E.-O. Lovett, présentée par M. Darboux.

« La remarquable transformation de contact de M. Lie entre les lignes droites et les sphères, et qui est déterminée, comme l'on sait, par les deux

équations données par M. Lie [1]

$$(1)\qquad -Zz = x-(X+iY),\qquad (X-iY)z = y-Z,$$

fait correspondre à la ligne droite

$$(2)\qquad ax+by+cz+d=0,\qquad a'x+b'y+c'z+d'=0$$

la sphère [2]

$$(3)\qquad \begin{vmatrix} a & b & c & d \\ a' & b' & c' & d' \\ 1 & 0 & Z & -(X+iY) \\ 0 & 1 & -(X-iY) & -Z \end{vmatrix} = 0.$$

» En tentant de trouver de semblables transformations dans les espaces à un plus grand nombre de dimensions, on peut chercher à déterminer les formes des fonctions qui définissent la correspondance voulue en exprimant la condition que le déterminant correspondant sera capable de représenter le premier membre de l'équation d'une hypersphère.

» Ainsi, si dans l'espace à n dimensions, la ligne droite

$$(4)\qquad \sum_{j=1}^{j=n} \alpha_{i,j}x_j + \alpha_{i,0} = 0\qquad (i=1,2,\ldots,n-1)$$

doit être transformée en sphère par la correspondance établie par les équations

$$(5)\qquad \begin{cases} \displaystyle\sum_{i=1}^{i=n} \varphi_i(X_1,\ldots,X_n)x_i + \varphi_0(X_1,\ldots,X_n) = 0, \\ \displaystyle\sum_{i=1}^{i=n} \psi_i(X_1,\ldots,X_n)x_i + \psi_0(X_1,\ldots,X_n) = 0, \end{cases}$$

l'équation

$$(6)\qquad \alpha_{1,0},\ \alpha_{2,1},\ \ldots,\ \varphi_{n-1},\ \psi_n| = 0$$

---

(1) Voir LIE, *Ueber Complexe, insbesondere Linien-und Kugel-Complexe* (*Mathematische Annalen*, t. V, p. 167 et suiv.), et DARBOUX, *Leçons sur la théorie générale des surfaces*, t. I, p. 230-233, 249, 250; t. IV, p. 174 et suiv.

(2) Voir GOURSAT, *Leçons sur l'intégration des équations aux dérivées du premier ordre*, rédigées par BOURLET, p. 265-266.

doit se réduire à la forme

$$(7)\qquad \sum_{i=1}^{i=n} X_i(X_i+\beta_i)+\gamma=0 \qquad (\beta_i,\ \gamma \text{ constantes}).$$

» Il résulte de cette méthode :

» 1° Que pour les espaces à n dimensions ($n>4$) il n'y a point de correspondances de la forme (5) entre les lignes droites et les sphères; 2° que pour l'espace à quatre dimensions la transformation déterminée par les équations directrices

$$(8)\qquad \begin{cases} x+(Z-iW)z-(X+iY)(w+1)=0, \\ y-(X-iY)z-(Z+iW)(w+1)=0 \end{cases}$$

transforme actuellement les droites arbitraires en sphères.

» On peut ajouter, relativement à la transformation définie par les équations (8), que les propriétés caractéristiques de la transformation se révèlent sans peine en notant que la droite

$$(9)\qquad w+lz+a=0,\qquad x+mz+b=0,\qquad y+nz+c=0$$

est transformée en la sphère

$$(10)\qquad \begin{vmatrix} l & 1 & a-1 \\ Z-iW-m & -(X+iY) & -b \\ X-iY+n & Z+iW & c \end{vmatrix}=0.$$

» Parmi ces propriétés on peut remarquer : 1° que la transformation n'est pas une transformation de contact, comme le critérium [1] de M. Lie le montre; 2° qu'elle dégénère en la transformation de M. Lie quand la quatrième dimension s'annule; 3° que la correspondance directe est (1, 1), mais que l'inverse est $(1, \infty^1)$; 4° que si une droite réelle doit être transformée en une sphère réelle la sphère se réduit à un point, mais qu'autrement le rayon de la sphère est différent de zéro.

» Il n'échappera pas à l'observation du lecteur que la méthode dont on s'est servi ci-dessus peut être employée à construire des correspondances entre les lignes, les plans et les hyperplans des ordres divers d'un espace à n dimensions, et les hypersurfaces de cet espace, respectivement, non

(1) Voir Lie, *Theorie der Transformationsgruppen,* unter Mitwirkung von Engel, t. II, p. 150-155.

seulement dans le cas de deux équations directrices de la forme (5), mais aussi dans le cas de ν telles équations de la forme (5), où ν peut avoir une valeur quelconque entre 1 et n; en particulier le cas où $\nu = n$, quand il est possible, donne des transformations ponctuelles. »

MÉCANIQUE. — *Sur la flexion des cylindres à base circulaire.* Note de M. RIBIÈRE, présentée par M. Sarrau.

« Soit un cylindre à base circulaire de rayon r_1, soumis à des efforts extérieurs symétriques par rapport à la section droite médiane et par rapport à un plan méridien.

» J'emploie des coordonnées cylindriques r, φ et z rapportées à ce plan méridien et à l'axe OZ du cylindre, l'origine des z étant prise sur la section droite médiane. Suivant les notations de Lamé, je désigne par U, V, W les projections du déplacement et par R_i, Φ_i, Z_i les composantes de la force élastique exercée sur l'élément plan d'une surface coordonnée en prenant $i = 1$ quand l'élément est tangent au cylindre, $i = 2$ quand l'élément est sur le méridien, $i = 3$ quand l'élément est parallèle à la base.

» Ainsi que l'a indiqué M. Chree, on satisfait aux équations générales de l'élasticité en prenant

$$(1)\qquad U = \sum \cos lz \cos n\varphi \left\{ \frac{a}{l}\left[2(1+\varepsilon)\frac{dJ_n}{dr} - r\left(l^2 + \frac{n^2}{r^2}\right)J_n \right] - \frac{b}{l}\frac{dJ_n}{dr} + \frac{cn}{l^2 r}J_n \right\},$$

$$(2)\qquad V = \sum \cos lz \sin n\varphi \left\{ \frac{an}{l}\left[\frac{dJ_n}{dr} - \frac{2(1+\varepsilon)}{r}J_n \right] + \frac{bn}{lr}J_n - \frac{c}{l^2}\frac{dJ_n}{dr} \right\},$$

$$(3)\qquad W = \sum \sin lz \cos n\varphi \left\{ ar\frac{dJ_n}{dr} + bJ_n \right\},$$

a, b, c étant des coefficients indéterminés, l et n quelconques et J_n la fonction obtenue en remplaçant, dans la transcendante de Bessel de première espèce, la variable par $lr\sqrt{-1}$. A ces expressions correspondent, pour la dilatation θ et les composantes de la force élastique, les valeurs

$$(4)\qquad \theta = \sum 2\varepsilon \cos lz \cos n\varphi . alJ_n$$

$$(5)\qquad \begin{cases} R_1 = \sum 2\mu \cos lz \cos n\varphi \left\{ a\left(-\left[lr + \frac{n^2 + 2(1+\varepsilon)}{lr} \right]\frac{dJ_n}{dr} \right.\right. \\ \qquad \left. + \left[l\left(1 + 2\varepsilon + \frac{\varepsilon\lambda}{\mu}\right) + \frac{(3+2\varepsilon)n^2}{lr^2} \right] J_n \right) \\ \qquad \left. + b\left[\frac{1}{lr}\frac{dJ_n}{dr} - \left(l + \frac{n^2}{lr^2}\right)J_n \right] + \frac{cn}{l^2}\left(\frac{1}{r}\frac{dJ_n}{dr} - \frac{1}{r^2}J_n \right) \right\}, \end{cases}$$

$$\begin{cases}\Phi_2 = \sum 2\mu \cos lz \cos n\varphi \left\{ a\left(\frac{n^2 + 2(1+\varepsilon)}{lr} \frac{dJ_n}{dr} - \left[\varepsilon l + \frac{(3+2\varepsilon)n^2}{lr^2} \right] J_n \right) \right. \\ \qquad \left. + b\left(-\frac{1}{lr}\frac{dJ_n}{dr} + \frac{n^2}{lr^2} J_n \right) + \frac{cn}{l^2}\left(-\frac{1}{r}\frac{dJ_n}{dr} + \frac{1}{r^2} J_n \right) \right\},\end{cases}$$

$$Z_3 = \sum 2\mu \cos lz \cos n\varphi \left\{ a\left(lr\frac{dJ_n}{dr} + l\frac{\varepsilon\lambda}{\mu} J_n \right) + blJ_n \right\},$$

$$\Phi_3 = Z_2 = \sum \mu \sin lz \sin n\varphi \left\{ 2an\left(-\frac{dJ_n}{dr} + \frac{1+\varepsilon}{r} J_n \right) - \frac{2bn}{r} J_n + \frac{c}{l}\frac{dJ_n}{dr} \right\},$$

$$Z_1 = R_3 = \sum \mu \sin lz \cos n\varphi \left\{ 2a\left[-(1+\varepsilon)\frac{dJ_n}{dr} + r\left(l^2 + \frac{n^2}{r^2} \right) J_n \right] + 2b\frac{dJ_n}{dr} - \frac{cn}{lr} J_n \right\},$$

$$\begin{cases}R_2 = \Phi_1 = \sum \mu \cos lz \sin n\varphi \left\{ 2an\left(-\frac{3+2\varepsilon}{lr}\frac{dJ_n}{dr} + \left[l + \frac{n^2 + 2(1+\varepsilon)}{lr^2} \right] J_n \right) \right. \\ \qquad \left. + 2bn\left(\frac{1}{lr}\frac{dJ_n}{dr} - \frac{1}{lr^2} J_n \right) + c\left[\frac{2}{l^2 r}\frac{dJ_n}{dr} - \left(1 + \frac{2n^2}{l^2 r^2} \right) J \right] \right\}.\end{cases}$$

» Soit h la demi-hauteur du cylindre. Si l'on fait $l = \frac{i\pi}{h}$, i étant égal aux nombres entiers successifs, on a $W = 0$, $\Phi_3 = 0$, $R_3 = 0$ pour $z = \pm h$, conditions qui expriment l'encastrement. Supposons que l'on s'impose, en outre, la condition qu'à la surface du cylindre il n'y ait pas d'effort tangentiel. Pour cela, il faut $\Phi_1 = 0$ et $Z_1 = 0$ quand $r = r_1$. De ces deux équations l'on tire b et c en fonction de a. Si l'on se donne enfin les efforts normaux agissant sur la surface extérieure du cylindre et représentés par la série $\Sigma M \cos lz \cos n\varphi$, il suffit, pour avoir toutes les valeurs de a, d'identifier chaque terme de cette série avec le terme correspondant de R_1, dans lequel on fait $r = r_1$. On détermine d'ailleurs facilement les termes indépendants de z, qui ne rentrent pas dans les formules ci-dessus. On a ainsi, dans le cas considéré, la solution complète du problème de l'équilibre d'élasticité. On aurait la solution du même problème pour un cylindre creux en ajoutant à chacun des termes des diverses formules un terme semblable obtenu en remplaçant J_n par la transcendante de Bessel de deuxième espèce Y_n.

» J'ai fait des applications étendues de ces formules en adoptant la répartition d'efforts extérieurs normaux qui est ordinairement admise pour représenter la pression exercée sur un cylindre par un fluide en mouvement. Les principaux résultats obtenus sont les suivants :

» Comme dans le cas des pièces rectangulaires, la règle dit du *Trapèze* est suffisamment approchée pour les besoins de la pratique tant que le rapport $\frac{r_1}{h}$ reste faible. Déjà, pour $\frac{r_1}{h} = \frac{1}{8}$, les efforts Z_3 aux deux extrémités du diamètre situé dans le plan de symétrie à la distance $z = h$ sont

égaux à $37,429p$ et $-30,109p$, le rayon du cylindre étant pris pour unité de longueur. Ces chiffres diffèrent entre eux de plus de $\frac{1}{5}$. La théorie ordinaire de la résistance des matériaux donne pour valeurs des mêmes efforts $\pm 36,196p$, qui diffèrent peu des précédentes. Mais, quand on fait croître $\frac{r_1}{h}$, la différence s'accentue très rapidement. Ainsi, pour $\frac{r_1}{h} = \frac{1}{2}$, les deux valeurs de Z_3 aux points considérés sont égales à $12,054p$ et $-0,885p$ et sont entre elles à peu près comme 14 et 1, abstraction faite des signes. La théorie ordinaire ne donne pour les mêmes efforts que les valeurs $\pm 2,262p$. On voit par là à quelles erreurs peut entraîner ladite théorie lorsqu'on l'applique à des massifs dont les dimensions longitudinales et transversales sont comparables entre elles.

» Les efforts Φ_2, que néglige cette théorie, ont une certaine importance. Leur maximum atteint $12,548p$, pour $\frac{r_1}{h} = \frac{1}{8}$, et $10,362p$, pour $\frac{r_1}{h} = \frac{1}{2}$.

» Lorsqu'on fait croître $\frac{r_1}{h}$ à partir de $\frac{1}{8}$, la répartition des efforts Z_3 se rapproche rapidement de celle des charges normales extérieures R_1, de telle sorte qu'au delà d'une certaine valeur de $\frac{r_1}{h}$ ces efforts deviennent indépendants du diamètre, et qu'on n'augmente plus la résistance en augmentant le diamètre. Dans une Note insérée au n° 17 des *Comptes rendus* de 1898, j'ai signalé le même fait pour les pièces rectangulaires. La similitude des résultats obtenus avec des pièces de forme aussi différente est très remarquable et fait pressentir une plus grande généralité. »

PHYSIQUE. — *Sur l'expérience de Lord Kelvin et Joule*. Note de M. **A. Leduc**, présentée par M. Lippmann.

« 1. J'ai eu l'occasion de rappeler dans une précédente Note [1] la formule

$$E(C - c) = pv\alpha\beta T. \tag{1}$$

2. Considérons l'unité de masse d'un gaz se dilatant de t° à $(t + \partial t)$

[1] *Comptes rendus*, séance du 28 novembre 1898. Il sera utile de s'y reporter pour la définition des symboles. La valeur $R = 8319 \cdot 10^4$ suppose les températures comptées à partir de -273° et non $-273^\circ,2$ comme je l'ai écrit par inadvertance.

sous la pression constante p. On a

(2) $$E(C - c)\,\partial t = pv\alpha\,\partial t + \partial \mathfrak{T}_i,$$

$\partial \mathfrak{T}_i$ étant le travail interne correspondant à une détente dans le vide égale à $-p\beta\,\partial t$.

» 3. *Expérience de Lord Kelvin et Joule.* — Soient θ l'abaissement de température correspondant à une diminution de pression $p_0 - p$ et k le coefficient moyen d'abaissement dans cet intervalle, et à la température de l'expérience $[\theta = k(p_0 - p_1)]$. L'énergie interne du gaz augmente dans cette expérience de

$$\mathfrak{T}_i = EC\theta + p_0 v_0 - p_1 v_1,$$

v_1 étant le volume spécifique du gaz lorsqu'il a repris la température initiale T sous la pression p_1. Donc, pour une détente infiniment petite $-\partial p$,

(3) $$\partial \mathfrak{T}_i = - ECk\,\partial p - \partial(pv).$$

» 4. Portons $\partial \mathfrak{T}_i$ dans l'expression (2), après avoir remplacé $\partial(pv)$ par $v(1 - p\mu)\,\partial p$, puis ∂p par $p\beta\,\partial t$, et α par $p\beta\mu$

(4) $$E(C - c) = (ECk + v)p\beta.$$

Tenant compte de (1) et supprimant le facteur $p\beta$, on obtient

(5) $$ECk = v(\alpha T - 1).$$

» 5. *Gaz parfaits.* — Cette équation montre que pour qu'un gaz ne donne lieu à aucun phénomène thermique dans l'expérience de Lord Kelvin et Joule ($k = 0$), dans certaines conditions, il faut et il suffit que $\alpha T = 1$ dans ces conditions, et réciproquement. Pour un gaz qui jouirait de cette propriété dans toutes les conditions, on aurait donc

$$\frac{v}{v_0} = \frac{T}{T_0},$$

le volume v_0 correspondant à la température T_0, celle de la glace fondante, par exemple.

» Non seulement un pareil gaz suivrait la loi de Gay-Lussac, mais il aurait pour coefficient de dilatation (1) l'inverse de la température thermodynamique de la glace fondante.

---

(1) Il s'agit ici du coefficient usuel $\frac{1}{v_0}\frac{\partial u}{\partial t}$.

» *Remarques.* — Cette double proposition est parallèle à cette autre que M. Pellat a démontrée il y a plusieurs années [1] : *Un gaz qui obéit à la loi de Joule suit aussi la loi de Charles* ($\beta T = 1$), *et réciproquement.*

» Le rapprochement de ces deux énoncés donne lieu à plusieurs remarques telles que la suivante : *Un gaz qui obéit à la loi de Joule et ne donne aucun effet thermique dans l'expérience de Lord Kelvin et Joule suit à la fois les lois de Charles, de Gay-Lussac et de Mariotte.*

» Théoriquement ces dernières lois sont indépendantes l'une de l'autre. Il faut donc définir les gaz parfaits (fictifs, bien entendu) au moyen de la loi de Mariotte et de l'une des lois précédentes, ou mieux l'état parfait des gaz réels par $\mathcal{A} = 0$, c'est-à-dire $\frac{\partial(pv)}{\partial v} = 0$ avec l'une des relations $\alpha T = 1$, $\beta T = 1$, $k = 0$, ou bien $\frac{\partial U}{\partial v} = 0$ (loi de Joule).

» Mes résultats relatifs aux volumes moléculaires permettent de réduire, dans la pratique, ces deux conditions à une seule.

» En effet, pour que $\alpha T = 1$, il faut et il suffit que $\frac{\partial \varphi}{\partial \chi} = 0$, et l'expérience montre que cette condition est remplie en même temps que $\mathcal{A} = 0$.

» Il suffit donc pratiquement, pour qu'un gaz réel se trouve dans l'état parfait, qu'il satisfasse à l'une des conditions $\mathcal{A} = 0$, $\alpha T = 1$, ou $k = 0$, tandis que les conditions $\beta T = 1$ et $\frac{\partial U}{\partial V} = 0$ ne sont pas suffisantes.

» 6. *Applications numériques.* — De la formule (5) on passe aisément à

$$(6) \qquad \tau = kp = \frac{\gamma - 1}{\gamma} T \frac{p\mu}{(\alpha T)^2}(\alpha T - 1),$$

qui donne l'abaissement de température τ produit lorsqu'un gaz passe de la pression $2p$ à la pression p sous laquelle sont définis les coefficients α, μ et γ (k étant très sensiblement indépendant de la pression).

» J'ai appliqué cette formule à divers gaz dont j'ai calculé le γ d'après Wüllner, et notamment à l'anhydride carbonique et à l'air dans les conditions des expériences de Lord Kelvin et Joule. p n'est autre chose ici que la pression atmosphérique.

» Pour l'air, $p\mu$ et αT ont été calculés par la règle des mélanges au moyen des données relatives à l'azote et à l'oxygène. L'erreur qui peut en résulter est sans doute inférieure à celle qui provient de la présence de la vapeur d'eau dans l'air soumis à l'expérience. J'indiquerai ultérieurement comment j'ai pu calculer γ aux températures autres que 0°.

---

[1] Leçons professées à la Sorbonne en 1895-1896, p. 222.

» J'ai rapproché de mes résultats ceux qui ont été obtenus par M. Bouty (τ_1 et τ_2) en appliquant les formules de Clausius ou de Van der Waals (¹).

Gaz.	t^o.	γ.	$p\mu$.	αT.	$\tau_{calc.}$	$\tau_{obs.}$	τ_1.	τ_2.
CO^2	20°	1,307	1,0051	1,0184	1°,22	1°,151	1°,216	1°,149
»	91,5	1,285	1,0023	1,0085	0,68	0,703	0,703	0,817
Air	20	1,404	1,0004	1,0031	0,26	0,262	»	»
»	91,5	1,403	1,0001	1,0005	0,06	0,206	»	»
CO	0	1,403	1,0005	1,0029	0,23	»	»	»
C^2H^4	»	1,250	1,0078	1,0278	1,45	»	1,361	»
CO^2	»	1,320	1,0065	1,0239	1,52	»	1,321	»
Az^2O	»	1,325	1,0074	1,0270	1,72	»	»	»
AzH^3	»	1,337	1,0147	1,0543	3,40	»	»	»

» Il n'est pas douteux que le nombre expérimental relatif à l'air à 91°,5 ne soit beaucoup trop fort, car τ doit s'annuler vers 120°.

» L'écart des nombres calculés entre eux tient en partie à l'inexactitude des diverses données numériques, mais surtout au rôle important joué dans les calculs par les dérivées de fonctions empiriques. On sait en effet que ces dérivées représentent beaucoup moins bien les phénomènes que les fonctions dont elles proviennent. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les variations de résistance d'un conducteur électrolytique dans un champ magnétique.* Note de M. **H. Bagard**, présentée par M. Mascart.

« La résistivité des électrolytes n'est pas modifiée quand on les soumet à l'influence d'un champ magnétique; c'est du moins ce qui résulte des observations publiées jusqu'ici et je l'ai vérifié moi-même sur quelques liquides.

» Mais la résistance d'un conducteur liquide varie dans un champ magnétique; c'est un fait que j'ai constaté pour la première fois dans mes recherches sur le phénomène de Hall. Depuis, j'ai réussi à mettre en évidence cette variation de résistance d'une façon très nette et très saisissante en donnant au conducteur électrolytique la disposition suivante :

» La partie de ce conducteur qui se trouve dans le champ a la forme

(¹) *Journal de Physique*, 2ᵉ série, t. VIII, p. 20. — Les coefficients de ces deux formules ont été calculés par M. Sarrau d'après les expériences de M. Amagat.

d'un anneau qui serait engendré par la révolution d'un rectangle autour d'un axe parallèle à l'un de ses côtés; on fera coïncider cet axe avec celui de l'électro-aimant. Cet anneau, interrompu sur une petite longueur, se raccorde à ses deux extrémités avec deux tubes remplis comme lui du liquide étudié; les extrémités opposées de ces tubes sont occupées par de larges électrodes destinées à amener le courant; ces tubes sont d'ailleurs assez longs pour que les électrodes soient à l'abri des actions du champ et assez larges pour que leur résistance soit négligeable par rapport à celle de l'anneau.

» On relie les électrodes aux deux pôles d'une série d'accumulateurs et l'on observe l'intensité du courant au moyen d'un galvanomètre mis en dérivation sur une faible résistance prise dans le circuit; on se sert à cet effet d'un galvanomètre Deprez-d'Arsonval, qui n'est pas influencé par l'action directe de l'électro-aimant et auquel on assure une grande sensibilité en modifiant convenablement la résistance du circuit dérivé.

» Voici, par exemple, les résultats d'une expérience faite avec une solution de 0,25 molécule-gramme de $CuSO^4$ par litre d'eau.

» L'anneau liquide avait un diamètre moyen de 44^{mm}, une largeur de 14^{mm} (perpendiculairement à l'axe de révolution), une épaisseur de 6^{mm} (parallèlement à cet axe). Il était placé dans le champ d'un électro-aimant de Faraday, au milieu de l'espace compris entre deux surfaces polaires cylindriques de 7^{cm} de diamètre, distantes de 1^{cm}.

» Avant d'exciter l'électro-aimant, on avait fait passer pendant plusieurs heures le courant de 20 accumulateurs.

» En établissant un champ d'environ 5000 unités C. G. S., le galvanomètre accusa une augmentation brusque de la résistance du conducteur liquide, égale à 0,0094 de sa valeur primitive, quand le sens du champ était tel que l'action électromagnétique exercée sur le courant fût centripète, et à 0,0140 de cette même valeur pour le sens opposé. Les mêmes effets se reproduisirent par inversion du courant dans l'anneau.

» Cette expérience, répétée dans des conditions différentes sur la même dissolution, me donna toujours des résultats analogues.

» D'une manière générale, la résistance de l'anneau liquide augmente quand on établit le champ, et cette augmentation est plus grande quand la force électromagnétique est centrifuge que quand elle est centripète.

» C'est bien ce qui doit arriver si l'aimant exerce réellement sur l'élément de courant lui-même une action conforme à la règle d'Ampère. En effet, d'une part, quel que soit le sens du champ magnétique, le déplacement des lignes de flux résultant de cette action doit avoir pour effet de réduire la section du flux dans l'anneau, d'où une première cause d'augmentation de la résistance. D'autre part, la longueur moyenne des lignes de

flux doit être plus grande quand l'action électromagnétique est centrifuge que quand elle est centripète : de là, une nouvelle cause de variation de la résistance qui, de ce fait, doit augmenter dans le premier cas et diminuer dans le second. La résultante de ces deux effets doit être, comme le montre l'expérience, une augmentation de résistance, différente suivant le sens du champ.

» Le calcul complet de l'expérience citée plus haut (calcul que je donnerai dans un Mémoire détaillé) indique que, dans les conditions rapportées, les lignes de flux ont subi, dans chacun des sens, un même écart de $0^{mm},16$ (à $0^{mm},01$ près) par rapport à leurs positions en l'absence du champ.

» J'ai constaté enfin que la variation relative de la résistance diminue quand on réduit soit l'intensité du champ, soit l'intensité du courant dans l'anneau.

» Les conducteurs métalliques semblent se comporter tout autrement dans le champ magnétique. J'ai répété l'expérience précédente avec un anneau de bismuth ayant un diamètre moyen de 15^{mm}, une largeur de 1^{mm} et une épaisseur d'environ $0^{mm},005$, en faisant croître l'intensité du courant qui le traversait jusqu'à 0,04 ampère et l'intensité du champ magnétique jusqu'à 15000 unités C.G.S. environ. Dans ces conditions, j'ai observé une augmentation de résistance très considérable, mais absolument indépendante du sens du champ. Un tel anneau plat se comporte donc comme les fils minces de bismuth, enroulés en spirale, dont on se sert actuellement pour mesurer les champs magnétiques. C'est donc bien la résistivité et elle seule qui change.

» On sait, du reste, que la plupart des physiciens qui ont étudié le phénomène de Hall, dans les métaux, ont reconnu que la déviation observée des lignes de flux dans une lame métallique ne peut être attribuée à une action directe de l'aimant sur le courant. Ils ont été conduits à admettre que le champ magnétique détermine dans la lame une modification de la résistivité, variable d'une direction à l'autre, et que c'est à cette anisotropie électrique de la lame qu'est dû, en réalité, le phénomène de Hall.

» La déviation des lignes de flux que j'ai observée dans les lames liquides semble bien, au contraire, d'après ce qui précède, due à une action directe de l'aimant sur le courant, ou mieux sur les ions qui le transportent, déterminant une déformation des trajectoires des ions, dans des milieux de résistivité constante et uniforme.

» Je me propose d'étudier de plus près encore cette action du champ magnétique sur les courants de conduction électrolytique. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la valeur absolue des éléments magnétiques au 1er janvier* 1899. Note de M. **Th. Moureaux**, présentée par M. Mascart.

« *Parc Saint-Maur.* — Un nouveau pavillon magnétique ayant été construit en 1896, les appareils de variations y ont été transportés en octobre 1897, et l'enregistrement dans ces nouvelles conditions a commencé le 1er décembre suivant; comme précédemment, les courbes diurnes sont dépouillées pour chaque heure, et les repères vérifiés chaque semaine par des mesures absolues.

» Les valeurs au 1er janvier 1899 sont déduites de toutes les valeurs horaires du 31 décembre 1898 et du 1er janvier 1899, rapportées à des mesures absolues faites les 27 et 28 décembre. La variation séculaire résulte de la comparaison entre les valeurs actuelles et celles qui ont été données pour le 1er janvier 1898 (1).

	Valeurs absolues au 1er janvier 1899.	Variation séculaire en 1898.
Déclinaison	14°51′,45	−4′,60
Inclinaison	64°57′,5	−1′,4
Composante horizontale	0,19682	+0,00022
Composante verticale	0,42127	+0,00002
Force totale	0,46498	+0,00011

» L'observatoire du Parc Saint-Maur est situé par 0°9′23″ de longitude est de Paris, et 48°48′34″ de latitude nord.

» *Perpignan.* — Les courbes magnétiques, relevées et réduites sous la direction de M. le Dr Fines, sont également dépouillées heure par heure. Les valeurs au 1er janvier 1899 résultent de la moyenne des valeurs horaires du 31 décembre et du 1er janvier, contrôlées par des mesures absolues faites par M. Cœurdevache les 27 et 29 décembre.

	Valeurs absolues au 1er janvier 1899.	Variation séculaire en 1898.
Déclinaison	13°45′,08	−4′,02
Inclinaison	60° 0′,9	−2′,2
Composante horizontale	0,22403	+0,00041
Composante verticale	0,38826	+0,00014
Force totale	0,44826	+0,00033

» L'observatoire de Perpignan est situé par 0°32′45″ de longitude est, et 42°42′8″ de latitude nord.

(1) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 234; 1898.

» *Nice.* — Comme au Parc Saint-Maur et à Perpignan, les valeurs des éléments magnétiques au 1er janvier 1899 sont déduites des valeurs horaires relevées sur les courbes du magnétographe pour les journées du 31 décembre et du 1er janvier. Les mesures absolues de contrôle ont été faites par M. Auvergnon les 29, 30 et 31 décembre.

	Valeurs absolues au 1er janvier 1899.	Variation séculaire en 1898.
Déclinaison	12° 6′,14	−4′,13
Inclinaison	60° 12′,9	−1′,4
Composante horizontale	0,22365	+0,00033
Composante verticale	0,39075	+0,00021
Force totale	0,45023	+0,00035

» L'observatoire de Nice est situé par 4°57′48″ de longitude est, et 44°43′17″ de latitude nord. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la préparation et les propriétés de l'arséniure de calcium.* Note de M. **P. Lebeau**, présentée par M. Henri Moissan.

« Quelques essais préliminaires sur la réduction des arséniates et des antimoniates métalliques par le charbon au four électrique nous ayant conduit à des résultats satisfaisants concernant la production des arséniures et des antimoniures, nous avons entrepris l'étude de ces deux groupes de composés binaires sur lesquels nos connaissances sont encore fort incomplètes.

» Les arséniures alcalino-terreux, par exemple, peuvent être obtenus très facilement en grande quantité; nous indiquerons aujourd'hui la préparation et les propriétés de l'arséniure de calcium.

» *Préparations.* — 1° On fait un mélange intime d'arséniate de chaux et de charbon (*coke de pétrole pulvérisé*) dans les proportions suivantes :

Arséniate de calcium	100 parties
Charbon	30 »

» On ajoute un peu d'essence de térébenthine de manière à pouvoir obtenir par compression des agglomérés de consistance suffisante. On calcine au four Pérot pour éliminer les produits volatils et l'on remplit ensuite avec le produit obtenu les creusets de charbon qui doivent être disposés dans le four électrique.

» Ces creusets sont chauffés deux à trois minutes avec un courant de 950 à 1000 ampères sous 45 volts. Le creuset est retiré du four et immédiatement recouvert d'une plaque de charbon afin d'éviter l'oxydation de la substance. Cette dernière est recueillie encore chaude, et on la conserve dans des flacons bien bouchés. On obtient ainsi une

masse fondue renfermant un arséniure de calcium presque toujours mélangé d'un peu de carbure de calcium et de graphite.

» 2° M. Henri Moissan (¹) a indiqué, dans son étude des propriétés du calcium, l'action de l'arsenic sur ce métal et signalé la formation d'un arséniure. Nous avons utilisé cette réaction pour préparer une certaine quantité de ce composé en vue de le comparer avec le corps obtenu au four électrique.

» A cet effet, un tube de verre de Bohême de $0^m,50$ fermé à l'une de ses extrémités est placé sur une grille à analyse, de manière à pouvoir être chauffé sur les $\frac{2}{3}$ de sa longueur.

» On a disposé au fond de ce tube une certaine quantité d'arsenic récemment sublimé, puis une ou deux nacelles remplies de cristaux de calcium. Le tube de Bohême est relié à une pompe à mercure qui permet de faire le vide dans l'appareil. On volatilise l'arsenic, et l'on élève ensuite progressivement la température dans la portion du tube renfermant les nacelles. Lorsque le rouge sombre est atteint, une réaction très vive se produit, le calcium brûle dans la vapeur d'arsenic avec une belle incandescence. On cesse alors de chauffer, et, lorsque le tube est complètement refroidi, on laisse rentrer de l'air sec. Le produit restant dans les nacelles est un arséniure de calcium pur.

» Les corps que nous avons obtenus, soit par réduction de l'arséniate de calcium, soit par union directe du calcium et de l'arsenic, présentent la même composition et répondent à la formule As^2Ca^3, ainsi que l'établissent les résultats analytiques suivants :

1° *Arséniure de calcium préparé par synthèse.*

	I.	II.	III.	Théorie pour As^2Ca^3.
Ca	44,44	43,42	45,62	44,44
As..........	55,18	56,87	55,31	55,55

2° *Arséniure préparé au four électrique.*

» Dans les échantillons analysés, on a dosé le carbure de calcium par l'acétylène dégagé sous l'action de l'eau, le calcium total, l'arsenic et le graphite. Les chiffres suivants indiquent les rapports de l'arsenic et du calcium sous forme d'arséniure :

			Théorie pour As^2Ca^3.
Ca	45,18	44,83	44,44
As...............	54,82	55,17	55,55

» *Propriétés de l'arséniure de calcium.* — L'arséniure de calcium préparé au four

(¹) H. Moissan, *Propriétés du calcium* (*Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 584).

électrique a l'aspect d'une masse fondue à texture cristalline, rappelant le carbure de calcium. Pulvérisé et examiné au microscope il se présente en fragments transparents, d'une coloration rouge brun presque identique à celle de l'azoture de calcium décrit par M. Moissan [1]. L'arséniure que l'on obtient par union directe est d'aspect tout différent. Examiné avec un faible grossissement ce composé paraît opaque et d'éclat métallique; il a conservé la forme cristalline du calcium, ce qui tend à montrer que sa fusion ne se produit qu'à une température relativement élevée. Broyé en petits fragments et observé sous un grossissement de 300 diamètres, il apparaît transparent et d'une coloration semblable à celle de l'arséniure préparé au four électrique. L'aspect métallique est dû à un faible dépôt d'arsenic qu'il est difficile d'éviter totalement pendant le refroidissement.

» L'arséniure de calcium ne présente pas une grande dureté. Il raye la calcite, mais ne raye pas le verre. Densité à 15° = 2,5.

» Ce composé est d'une activité chimique assez grande; ainsi le fluor l'enflamme à froid. Il est attaqué avec facilité par le chlore, la vapeur de brome et la vapeur d'iode. Dans ces réactions il se produit les combinaisons halogénées correspondantes. Chauffé dans l'hydrogène il ne change pas d'aspect et il ne se produit pas d'hydrure de calcium vers 700°-800°.

» L'arséniure de calcium reste inaltéré dans l'air ou l'oxygène sec; dès que l'on élève la température, il s'oxyde d'abord lentement, puis brûle avec éclat surtout dans l'oxygène pur, avec formation d'arséniate de calcium fondu lorsque ce gaz est en excès. Si, au contraire, le courant d'oxygène est lent, il se sublime de l'acide arsénieux et même de l'arsenic. Le soufre réagit au rouge sombre avec incandescence en donnant un sulfure double.

» Le bore est sans action à 1000°; il en est de même du carbone. Toutefois ce dernier peut décomposer complètement l'arséniure de calcium à la température du four électrique en donnant du carbure de calcium; après une chauffe de huit à dix minutes, l'arsenic est complètement éliminé. Cette réaction montre combien il est difficile d'obtenir un arséniure absolument exempt de carbure; aussi la durée de la chauffe ne doit-elle jamais dépasser trois minutes.

» Un très grand nombre de composés réagissent sur l'arséniure de calcium. L'eau fournit notamment une réaction intéressante : l'arséniure la décompose à froid avec formation d'hydrogène arsénié AsH^3 sans hydrogène et d'hydrate de calcium. La décomposition a lieu très régulièrement comme celle du carbure de calcium, c'est un excellent procédé de préparation de l'hydrogène arsénié. Tout l'arsenic est éliminé à l'état d'hydrure gazeux. Avec l'arséniure obtenu par synthèse, la réaction est un peu différente; la décomposition se produit brusquement; il se forme, outre l'hydrogène arsénié, un produit floconneux brun d'aspect identique à l'arséniure solide signalé dans la décomposition, par l'eau, des arséniures alcalins. Le gaz renferme une certaine quantité d'hydrogène libre qui peut atteindre 7 à 8 pour 100. La chaleur dégagée dans cette réaction est certainement la cause de cette production secondaire d'hydrure solide et d'hydrogène. A l'air humide, ce corps se décompose d'une façon constante;

---

[1] H. Moissan, *Préparation et propriétés de l'azoture de calcium* (*Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 497).

il faut donc éviter de le manier en trop grande quantité au contact de l'air et d'opérer toujours sous une hotte à fort tirage, si l'on ne veut pas être incommodé par l'hydrogène arsénié résultant de cette décomposition.

» L'hydrogène sulfuré et les hydracides gazeux réagissent au rouge, il se sublime de l'arsenic et il reste un sel de calcium correspondant à l'hydracide employé.

» Les oxydants détruisent l'arséniure de calcium avec facilité, notamment l'azotate, le chlorate et le permanganate de potassium, qui l'oxydent avec un grand dégagement de chaleur et de lumière. Projeté dans l'acide azotique fumant, l'arséniure n'est pas sensiblement attaqué à froid; si l'on chauffe légèrement, l'attaque commence et est rapidement complète. L'acide sulfurique concentré est réduit déjà à froid à l'état d'acide sulfureux.

» Un très grand nombre de sels métalliques sont décomposés par l'arséniure de calcium. Les chlorures, mercureux et mercurique, fournissent du chlorure de calcium et un sublimé de mercure et d'arsenic; il se forme, en outre, un peu de chlorure d'arsenic. Le fluorure de plomb donne du fluorure d'arsenic et un résidu gris renfermant du plomb et du calcium en partie à l'état de fluorure. Les fluorures, chlorures, bromures et iodures alcalins ne sont pas réduits à 1000°.

» *Conclusions.* — En résumé, nous avons pu préparer au four électrique un arséniure de calcium fondu cristallisé répondant à la formule As^2Ca^3, formule semblable à celle de l'azoture Az^2Ca^3. Comme l'azoture et le phosphure de calcium, cet arséniure décompose l'eau à froid en fournissant l'hydrure gazeux de formule MH^3 et de l'hydrate de calcium. Enfin l'arséniure que nous avons obtenu par union directe du calcium avec l'arsenic présente la même composition.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la décomposition de l'oxyde de carbone en présence de l'oxyde de fer.* Note de M. **O. Boudouard**, présentée par M. Troost.

« H. Sainte-Claire Deville a montré, à l'aide du tube chaud-froid, que l'oxyde de carbone se dissocie en donnant de l'acide carbonique et du charbon; il a de plus établi la proposition, en apparence paradoxale, que l'oxyde de carbone, en présence du charbon au rouge, se transforme partiellement en acide carbonique et charbon (1).

» Le fer, et surtout le fer divisé, semble fournir cette décomposition. Stammer a observé le premier (2) qu'en faisant passer, au-dessous du ramollissement du verre, de l'oxyde de carbone sur l'oxyde de fer, on obtient, à côté du fer réduit, une quantité considérable d'un charbon volumineux,

---

(1) *Comptes rendus*, t. LIX, p. 873; t. LX, p. 317.
(2) *Annales de Poggendorff*, t. LXXXI, p. 136; 1851.

uniformément imprégné de fer. Caron (1) et Lothian Bell (2) ont fait des remarques analogues; contrairement aux résultats de Deville et Gmelin, Lothian Bell a conclu que la chaleur seule ne dissocie pas l'oxyde de carbone; pour que le phénomène ait lieu, il faut agir en présence d'oxydes métalliques; les oxydes de fer, de nickel, de cobalt, donnent les meilleurs résultats.

» Deville a constaté qu'en soumettant à un courant d'oxyde de carbone un faisceau de fils de clavecin placé dans un tube de porcelaine chauffé seulement sur une petite longueur, de sorte que le milieu est à 1300° et les extrémités à 400°, celles-ci se recouvrent seules de carbone, les parties portées au rouge se transformant en acier.

» Grüner (3) a émis l'opinion que le charbon ferrugineux obtenu par la réduction de l'oxyde de fer par l'oxyde de carbone contient toujours une certaine proportion d'oxyde de fer non décomposé, et que l'oxyde de carbone pur ne peut pas déposer du charbon sur le fer pur. Si cet effet se produit, il doit être attribué à la présence préalable du gaz carbonique dans l'oxyde de carbone ou du sesquioxyde de fer dans le fer.

» D'après M. Berthelot (4), qui a étudié l'action de la chaleur sur l'oxyde de carbone, l'apparition de l'acide carbonique, soit au rouge, avec dépôt de charbon, soit vers 500°-550°, sans dépôt de cet élément, ne laisse guère de doute sur le mécanisme même de la décomposition. Ce n'est pas une dissociation simple; mais la décomposition doit être précédée par une polymérisation, le produit condensé se séparant aussitôt en acide carbonique et sous-oxydes, dont la décomposition produit le carbone à une température plus haute. Le mécanisme de cette transformation singulière rentrerait dès lors dans les mêmes lois que les polymérisations et décompositions pyrogénées des carbures d'hydrogène.

» Peu d'expériences ont été faites au point de vue quantitatif. Lothian Bell a donné un très grand nombre de déterminations relatives aux quantités de charbon se déposant sur des poids connus d'oxydes métalliques, à différentes températures; mais il n'a pas recherché les proportions d'acide carbonique et d'oxyde de carbone qui se formaient.

» J'ai pensé qu'il serait intéressant de reprendre cette question : au point de vue théorique, la réaction $2CO = CO^2 + C$ rentre dans la classe

---

(1) *Comptes rendus*, t. LII, p. 1190.
(2) *Chemical Society*, juin 1869. — *Iron and seels Institute*, t. I, p. 85; 1871.
(3) *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 28; t. LXXIV, p. 226.
(4) *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XXIV, p. 126.

des phénomènes réversibles; au point de vue pratique, elle joue un rôle important dans la marche des gazogènes. De plus, dans la métallurgie du fer, il pourra être utile d'avoir des données numériques sur la décomposition de l'oxyde de carbone en présence de l'oxyde de fer à différentes températures.

» Les expériences de Lothian Bell relatives à la décomposition de l'oxyde de carbone en présence de l'oxyde de fer ont montré que la température la plus favorable au dépôt de carbone est 400°-450°; d'après ce savant, les différences qu'il a observées dans les quantités de carbone déposé avec les différents oxydes de fer sont dues à une différence de structure, due elle-même à la différence de température à laquelle les minerais ont été calcinés; de plus, le phénomène de désoxydation du minerai et celui du dépôt de charbon ne peuvent pas commencer à la même température.

» J'ai effectué une première série d'expériences à la température de 445°, facile à obtenir; j'ai fait varier successivement la quantité d'oxyde de fer mis en réaction et la durée du contact entre l'oxyde métallique et l'oxyde de carbone. Ce sont les premiers résultats obtenus que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie.

» L'oxyde de carbone est obtenu par l'action de l'acide sulfurique sur le formiate de soude; le gaz produit, contenant 95 à 97 pour 100 d'oxyde de carbone pur, est recueilli dans des gazomètres de Regnault. Avant d'être mis en réaction, il traverse une colonne de cuivre de 25^{cm} de longueur chauffé au rouge, un flacon de potasse et un tube en U contenant des pastilles de potasse. Un tube témoin à eau de baryte indique que l'oxyde de carbone est complètement privé de gaz carbonique avant d'arriver aux tubes desséchants à ponce sulfurique.

» L'oxyde de fer employé est à un état très divisé, la ponce étant prise comme support (cette ponce, imbibée de nitrate, est calcinée au rouge); il est contenu dans des tubes en verre de 15^{mm} de diamètre intérieur et de 60^{mm} à 70^{mm} de longueur, étirés en pointe à chaque extrémité. Ces tubes sont mis en communication avec l'oxyde de carbone; lorsque l'oxyde de fer est complètement réduit et qu'il y a un dépôt de charbon (il faut environ une heure de passage du gaz pour arriver à ce résultat), on ferme le tube et on le laisse chauffer pendant un temps plus ou moins long. L'expérience terminée, on retire le tube du bain de soufre et l'on extrait les gaz à l'aide de la pompe à mercure; on les analyse ensuite.

» Les essais ont porté sur des quantités d'oxyde de fer variant dans le rapport de 1 à 30; les temps de chauffe ont été de huit minutes au minimum et de sept heures au maximum. Les résultats obtenus ont été les suivants :

Quantités d'oxyde de fer.	8^m.		40^m.		64^m.		80^m.		3^h.		6^h.		7^h.	
	CO^2.	CO.	CO^2.	CO.	CO^2.	CO.	CO^2.	CO.	CO^2.	CO.	CO^2.	CO.	CO^2.	CO.
gr 0,0673...	30,2	69,8	57,4	42,6	»	»	87,0	13,0	94,8	5,2	100	»	»	»
0,0224...	16,1	83,9	»	»	62,9	37,1	»	»	»	»	»	»	100	»
0,0022..	2,9	97,1	»	»	36,6	63,4	»	»		»	52,3	47,7	»	»

» Ces chiffres indiquent les quantités pour cent d'acide carbonique formé et d'oxyde de carbone non décomposé.

» L'ensemble de ces résultats montre que la réaction de décomposition de l'oxyde de carbone est fonction du temps, et qu'elle dépend aussi de la quantité d'oxyde de fer présent. La quantité d'acide carbonique formé croît d'une façon régulière, et la décomposition finit par être totale dans les deux premières séries d'expériences; nul doute que dans la troisième on arrive au même résultat au bout d'un temps suffisamment long.

» Je poursuis cette étude en présence des oxydes de nickel et de cobalt à la même température de 445°; j'opérerai ensuite à des températures plus élevées; j'espère ainsi pouvoir suivre la marche du phénomène si complexe de la décomposition de l'oxyde de carbone en présence des oxydes métalliques. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Dosage volumétrique du cérum. Applications* (1). Note de M. **André Job**, présentée par M. Troost.

« On connaît l'action de l'eau oxygénée sur les sels cériques en liqueur acide. Elle les décolore et les réduit à l'état céreux avec dégagement d'oxygène. Si l'on verse lentement l'eau oxygénée étendue dans la solution cérique, on peut saisir avec une grande netteté le moment où la coloration jaune disparaît. J'ai appliqué cette réaction à l'analyse : j'ai d'abord dissous dans l'acide nitrique un poids connu de nitrate cérique ammoniacal pur cristallisé, dont le résidu en oxyde était déterminé par la calcination, et j'ai mesuré la quantité d'eau oxygénée nécessaire pour le décolorer. J'ai vérifié ainsi que deux molécules de sel cérique se réduisent très exactement au contact d'une molécule d'eau oxygénée, ce qui correspond bien au dégagement d'un demi-atome d'oxygène par molécule de sel cérique. Ainsi se trouve acquis ce résultat : *on peut doser avec precision par l'eau oxygénée le cérium cérique contenu dans une solution acide.*

» De là on peut déduire une première conséquence, c'est qu'il sera possible de doser le cérium total dans une solution acide, si l'on réussit à le porter intégralement à l'état cérique. J'ai réalisé cette transformation en modifiant la réaction de Gibbs. Ce chimiste avait remarqué (2) que les

---

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale.

(2) *Zeitschrift für analytische Chemie* [3], p. 395; 1864.

sels céreux sont oxydés à l'ébullition par le bioxyde de plomb dans l'acide nitrique étendu de son volume d'eau. Opérée ainsi, la réaction dépend des conditions de l'expérience et, en particulier, de l'excès de bioxyde de plomb employé; elle n'est jamais complète. J'ai trouvé qu'elle est, au contraire, complète et instantanée, si l'on traite *à froid* le sel de cérium par le bioxyde de plomb et par un excès d'acide nitrique concentré. Le dosage du cérium total contenu dans une solution se fait dès lors très rapidement et avec une grande précision :

» On prélève un volume connu de la solution à étudier; on y ajoute un grand excès d'acide nitrique et du bioxyde de pomb; on agite, on filtre et l'on titre le sel cérique par l'eau oxygénée étendue.

» Il est très important de remarquer ici que le dosage du cérium se fait avec la même précision en présence du thorium, du lanthane et des didymes, dont les sels ne s'oxydent pas dans ces conditions. On pourra donc, en quelques instants, titrer le cérium contenu dans les oxalates bruts de la monazite.

» Outre le dosage du cérium, la réaction des sels cériques fournit des applications à l'analyse générale. Les solutions cériques acides sont en effet très oxydantes et, de plus, elles se conservent très longtemps sans altération. On pourra donc employer la liqueur titrée cérique (sulfate ou nitrate) dans un grand nombre de cas où la réaction du permanganate de potassium est en défaut. C'est ainsi que j'ai pu doser l'acide oxalique des oxalochlorures ([1]), directement, en liqueur nitrique, et malgré la présence de l'acide chlorhydrique, en faisant réagir à froid le nitrate cérique sur l'oxalochlorure, et en dosant par l'eau oxygénée le reste de l'oxydant. D'ailleurs, puisque la liqueur titrée cérique peut, sans inconvénient, contenir les autres terres de la monazite, on la prépare très aisément avec un produit commercial quelconque, et il me paraît utile de la signaler à l'attention des chimistes. »

([1]) *Sur de nouveaux composés des métaux de la cérite* (*Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 246; 1898).

CHIMIE. — *La variation d'entropie dans la dissociation de systèmes hétérogènes semblables.* Note de M. **Camille Matignon.**

« Dans ses recherches sur la dissociation des chlorures ammoniacaux [1] Isambert a remarqué que la tension de dissociation est d'autant plus faible à la même température que la chaleur de combinaison du composé à partir des produits de la dissociation a une valeur plus grande; autrement dit, la température correspondant à une pression de dissociation déterminée augmente avec la chaleur de combinaison.

» L'examen des données expérimentales fournies par Isambert et, plus récemment, par M. Bonnefoi [2] sur la dissociation des chlorures ammoniacaux permet de déduire la loi suivante :

» *Pour des systèmes comparables* (comme le sont les chlorures ammoniacaux) *éprouvant une dissociation hétérogène, les chaleurs de combinaison des composés à partir des produits de leur dissociation sont proportionnelles aux températures absolues correspondant à une même pression de dissociation, la pression atmosphérique, par exemple.*

» Les calculs suivants ont été effectués en rapportant les chaleurs de combinaison Q à des quantités de chlorures mettant en liberté la même quantité d'ammoniaque (1 mol. $= 22^{\text{lit}},30$). On a pris comme température de comparaison les températures absolues T pour lesquelles la pression de dissociation est égale à la pression atmosphérique :

Composés.	Produits de la dissociation.	Q.	T.	$\frac{Q}{T}$.
		Cal	°	Cal
$ZnCl^2.6AzH^3$	$ZnCl^2.4AzH^3 + 2AzH^3$	11	332	0,033
$ZnCl^2.4AzH^3$	$ZnCl^2.2AzH^3 + 2AzH^3$	11,9	363	0,033
$CaCl^2.8AzH^3$	$CaCl^2.4AzH^3 + 4AzH^3$	9,9	305	0,032
$CaCl^2.4AzH^3$	$CaCl^2.2AzH^3 + 2AzH^3$	10,29	315	0,0327
$CaCl^2.2AzH^3$	$CaCl^2 + 2AzH^3$	14,03	453	0,031
$2(AgCl.3AzH^3)$	$2AgCl.3AzH^3 + 3AzH^3$	9,5	293	0,033
$2AgCl.3AzH^3$	$2AgCl + 3AzH^3$	11,58	341	0,0329
$MgCl^2.6AzH^3$	$MgCl^2.2AzH^3 + 4AzH^3$	13,07	415	0,0315
$PdI^2.4AzH^3$	$PdI^2.2AzH^3 + 2AzH^3$	12,88	383	0,0337
$PdCl^2.4AzH^3$	$PdCl^2.2AzH^3 + 2AzH^3$	15,56	483	0,0322

(1) *Annales de l'École Normale*, p. 129; 1868. — *Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 968; 1878; t. XCI, p. 768; 1880.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 772; 1897; t. CXXVII, p. 367; 1898.

Composés.	Produits de la dissociation.	Q.	T.	$\frac{Q}{T}$.
		Cal	o	Cal
$LiCl.4AzH^3$........	$LiCl.3AzH^3 + AzH^3$......	8,88	285	0,0312
$LiCl.3AzH^3$........	$LiCl.2AzH^3 + AzH^3$......	11,01	332	0,033
$LiCl.2AzH^3$........	$LiCl.AzH^3 + AzH^3$.......	11,6	357	0,032
$LiCl.AzH^3$.........	$LiCl + AzH^3$............	11,98	386	0,031

» Le rapport précédent montre que le rapport $\frac{Q}{T}$ ne varie pas sensiblement quand les températures correspondant à une même pression de dissociation, égale à 760^{mm}, oscillent de 285° à 453°, constance d'autant plus remarquable que la détermination expérimentale des pressions de dissociation est fort délicate et que, d'autre part, les chaleurs de combinaison ont été mesurées à la température ordinaire et non à la température de dissociation.

» On retrouve donc ici une loi analogue à la loi de Trouton relative aux chaleurs de vaporisation des liquides et à leurs températures absolues d'ébullition sous une même pression. Comme cette dernière, dont elle n'est d'ailleurs qu'une extension au cas de la dissociation des systèmes hétérogènes, elle peut se déduire immédiatement de la formule de Clapeyron, en remarquant que les courbes des pressions de dissociation sont analogues aux courbes de tensions maxima des vapeurs, comme l'avait observé Isambert, et se traduisent algébriquement par une même expression (1).

» L'expression $\frac{Q}{T}$ représente la variation d'entropie correspondant à la réaction chimique s'effectuant sous la pression atmosphérique d'une façon réversible; en tenant compte de ce fait, la loi précédente prend la forme suivante : *Quand des systèmes semblables se dissocient avec une même pression de dissociation, la variation d'entropie est la même.*

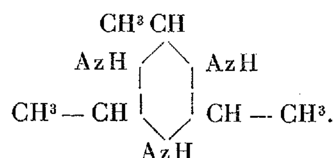
» Ce théorème pourra rendre des services dans le calcul de la variation d'entropie correspondant à l'état initial et à l'état final des réactions chimiques, si l'on remarque que les variations d'entropie à deux températures quelconques pour une même réaction sont reliées entre elles, comme les chaleurs de formation correspondantes, par une expression où interviennent seulement les chaleurs spécifiques de tous les termes contenus dans l'état initial et dans l'état final de la réaction. »

---

(1) *Thermodynamique* de M. Joseph Bertrand.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Constitution et propriétés chimiques de l'éthylidène-imine.* Note de M. **Marcel Delépine.**

« Dans une Note antérieure ([1]), j'ai montré que l'aldéhydate d'ammoniaque devait être considéré comme l'hydrate $(C^2H^5Az)^3, 3H^2O$ de l'*éthylidène-imine* $(CH^3 - CH = AzH)^3$. La formule développée qui se présentait naturellement à l'esprit pour la constitution de la base $(CH^3 - CH = AzH)^3$ était la suivante :



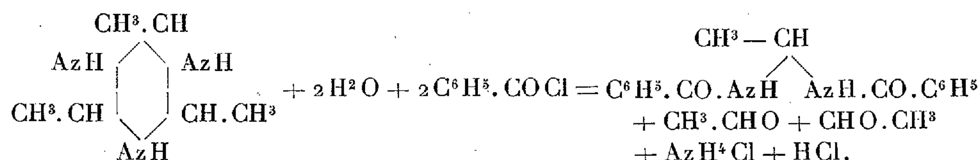
Cette formule éclaire les faits connus et s'adapte parfaitement à de nouvelles expériences; c'est cette concordance que je demande la permission de faire ressortir.

» I. *L'aldéhydate est un hydrate.* — Cela résulte du procédé de préparation de l'éthylidène-imine, lequel consiste à absorber par SO^4H^2 les vapeurs d'eau émises dans le vide à la température ordinaire par l'aldéhydate; ce dernier se conduit comme un hydrate à très faible tension de dissociation. Dans le même ordre d'idées, on pourrait citer cette expérience ancienne de Liebig ([2]) : l'azotate d'argent en solution *aqueuse* précipite l'aldéhydate d'ammoniaque en donnant un sel double argentique qui ne contient pas d'eau, l'éthylidène-imine azotate d'argent $(C^2H^5Az)^3$, $1,5\,Az^2O^3Ag$, de propriétés essentiellement comparables à celles de l'hexaméthylène-amine azotate d'argent.

» II. *Un* $CH^3 - CH$ *est lié à deux* Az. — Cela ressort de la formation du corps $C^{16}H^{16}Az^2O^2$ ou $CH^3 - CH\begin{matrix} \diagup AzH.CO.C^6H^5 \\ \diagdown AzH.CO.C^6H^5 \end{matrix}$ obtenu par Limpricht ([3]) en faisant réagir le chlorure de benzoyle sur l'aldéhydate d'ammoniaque. Cette formation d'un corps contenant 2Az pour $CH^3 - CH$ s'explique fort

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 951.
([2]) *Annalen der Chem. und Pharm.*, t. XIV, p. 146.
([3]) *Annalen der Chem. und Pharm.*, t. XCIX, p. 119.

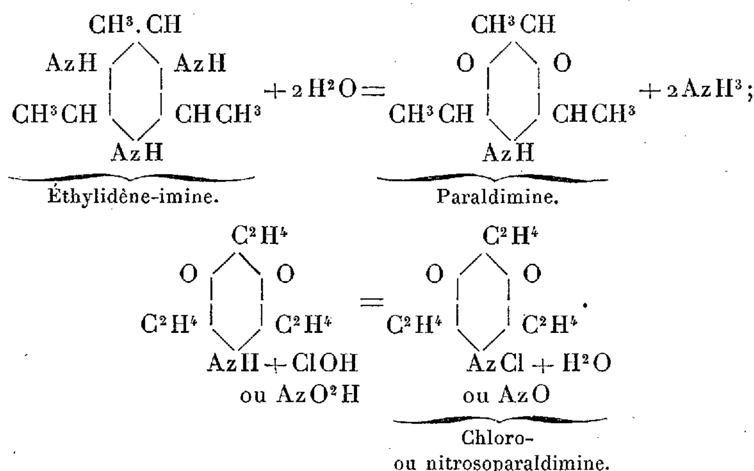
bien par l'équation



Les formules simples C^2H^4O, AzH^3 et C^2H^3O, AzH^4 avaient forcé Limpricht à laisser son résultat sans interprétation; la formule courante $CH^3 - CH.OH.AzH^2$ qui ne contient qu'un Az est également insuffisante.

» III. *Existence de fonctions amines secondaires*. — Curtius a fait connaître un dérivé nitrosé de l'aldéhydate d'ammoniaque, la nitrosoparaldimine $C^6H^{12}O^2 - Az.AzO$, qui ne se conçoit guère avec les anciennes formules.

» J'ai pu, par l'action de l'hypochlorite de soude (150^{cc} de solution commerciale pour $6^{gr},1$ d'aldéhydate) obtenir le dérivé chloré correspondant $C^6H^{12}O^2 - AzCl$; c'est un corps huileux, d'odeur vive et piquante, soluble dans l'éther, très instable. Ce n'est autre chose que l'amide hypochloreux de la paraldimine. Les diverses relations de ces corps et leurs propriétés s'expriment par les schémas et équations suivantes :



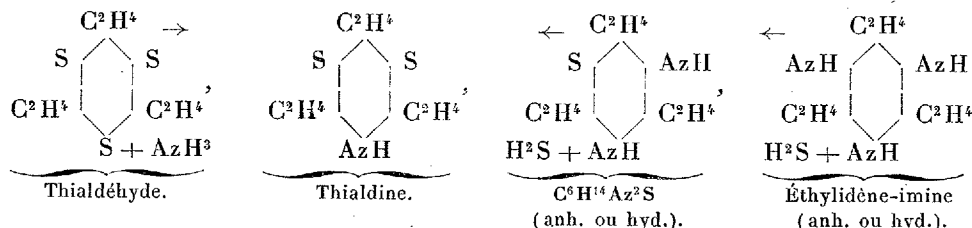
» En faisant agir l'hypochlorite sur l'aldéhydate en présence d'acide acétique, on obtient, non plus une huile, mais des cristaux aiguillés ayant aussi l'odeur vive caractéristique des composés Az-chlorés, solubles dans l'éther et en cristallisant par l'évaporation rapide du solvant dans le vide sulfurique. Ce corps est encore plus instable que le précédent : dès qu'il est sec, il déflagre inévitablement en produisant d'épaisses fumées blanches. Je n'ai pu doser Cl que dans un produit incomplètement

sec et y évaluer le rapport Az : Cl; j'ai trouvé Cl = 38,5 pour 100 et Az : Cl = 1. Ces résultats, bien qu'imparfaits, autorisent à représenter ce dérivé chloré par le schéma $C^2H^4 \left\langle \begin{matrix} AzCl - C^2H^4 \\ AzCl - C^2H^4 \end{matrix} \right\rangle AzCl$. Ils sont d'ailleurs fortement corroborés par l'existence du composé plus stable, homologue inférieur $(CH^2 = AzCl)^3$ que j'ai préparé et étudié depuis d'une façon complète et dont les propriétés et le mode de préparation même sont très analogues. Ces résultats nécessitent l'existence de groupes AzH et $CH^3 - CH$ dans l'éthylidène-imine.

» IV. *La formule à six chaînons.* — En effet, l'éthylidène-imine en solution alcoolique, traitée par H^2S, donne en quantité théorique la thialdine connue, fusible à 43°, dont la formule annulaire à six chaînons a été établie par Guareschi et Marckwald.

» En employant une solution chloroformique d'éthylidène-imine ou celle-ci sans solvant, H^2S fournit, avec départ de AzH^4SH, une huile incolore, à odeur d'acétamide, distillant à 110° sous 25mm de Hg, puis à 125°, sous la même pression, des cristaux de thialdine. L'huile, abandonnée quelques semaines à la température ordinaire, pour laisser déposer le plus possible de la thialdine qu'elle contient, possède une composition qui s'éloigne beaucoup de celle de la thialdine et se rapproche de $C^6H^{14}Az^2S$. Cette huile forme un hydrate que l'éther abandonne en cristaux odorants, fusibles à 70°. L'analyse donne des résultats très voisins de $C^6H^{14}Az^2S, 2H^2O$, mais il y a toujours un déficit d'azote. Traités par H^2S en solution alcoolique, l'huile et son hydrate donnent, avec un nouveau dégagement de AzH^4SH, de la thialdine pure fusible à 43°.

» Si nous considérons, d'un autre côté, que Marckwald [1] a obtenu la thialdine par l'action de l'ammoniaque sur la thialdéhyde, nous nous trouvons en possession de la série complète des termes suivants enchaînés par des réactions régulières aboutissant à un terme commun, la thialdine :



» L'enchaînement si naturel de ces divers corps, qui dérivent par substitution de S'' à AzH'', ainsi que l'existence de dérivés nitrosés et chlorés à l'azote mettent suffisamment en évidence la nécessité de la formule annulaire à six chaînons.

---

(1) *Berichte*, t. XIX, p. 1827.

» *En résumé,* la plupart des réactions se font sur le type trimère, mais il ne faut pas oublier que la molécule peut se dépolymériser. Ces cas se produisent quand on volatilise l'aldéhydate et son anhydride ou qu'on abandonne au repos une solution aqueuse, ou dans certaines réactions chimiques comme la formation de la carbothialdine $CS^2(CH^3-CH=AzH)^2$. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Dérivés de la méthylhepténone synthétique* (1).
Note de M. **Georges Leser**, présentée par M. Friedel.

« Dans une Note précédente (2), j'ai décrit le mode d'obtention et les propriétés du méthylhexénone-pyruvate d'éthyle. L'acide correspondant s'obtient aisément par l'action de deux molécules d'éthylate de sodium sur une molécule de méthylhepténone et d'éther oxalique, conformément au procédé employé par Claisen (3) pour la préparation de l'acide benzoylpyruvique.

» L'acide nouveau que l'on isole en précipitant par l'acide chlorhydrique la liqueur sodique, diluée et filtrée, se présente en beaux prismes incolores, fusibles à 39°-50°, très solubles dans la plupart des dissolvants organiques, peu dans le sulfure de carbone froid, qui est le meilleur véhicule pour la purification du produit. L'analyse concorde exactement avec la composition $C^{10}H^{14}O^4$, et la constitution est celle de l'acide 8-méthyle-7-nonène, 2-4-dione-oïque. Il n'est pas déplacé de ses solutions salines par l'acide acétique et donne des sels bien cristallisés : celui d'argent se présente en aiguilles soyeuses qui se colorent à la lumière et répondent à la composition $C^{10}H^{13}O^4Ag$.

» *Action des amines primaires.* — Dans ses recherches sur l'acide benzoylpyruvique, Claisen (*loc. cit.*) ne parle que très sommairement d'un dérivé obtenu en chauffant l'acide avec de l'aniline, auquel il donne pour composition : $C^6H^5-CO-CH^2-\underset{\underset{AzC^6H^5}{\parallel}}{C}-COOH$.



Je n'ai pas obtenu de composé analogue ; l'aniline et l'acide méthylhexénone pyruvique se combinent toujours dans la proportion d'une molécule

---

(1) Laboratoire de M. Barbier, Faculté des Sciences de Lyon.

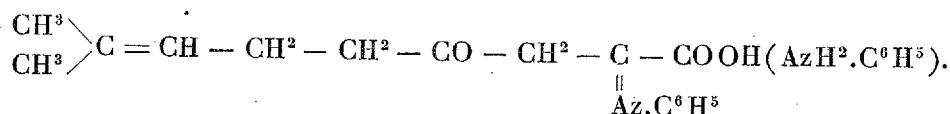
(2) *Comptes rendus,* t. CXXVII, p. 763.

(3) *Berichte der deutsch. chem. Ges.,* t. XXI, p. 1131.

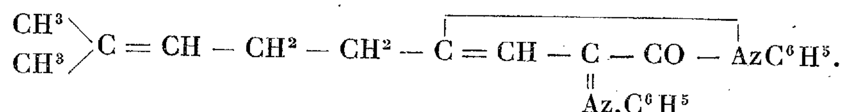
d'acide pour deux d'amine, avec élimination d'une ou de trois molécules d'eau suivant qu'on a opéré à froid ou à chaud.

» A froid, si l'on mélange les solutions éthérées des deux corps dans les proportions que je viens d'indiquer, le tout se prend en une masse de beaux cristaux — qui constituent selon toute probabilité le sel d'aniline, mais qu'il n'est pas possible de recueillir, car ils perdent de l'eau en changeant totalement d'aspect au moment où on les jette sur le filtre — puis les cristaux se redissolvent, il se sépare nettement de l'eau, et enfin une nouvelle cristallisation se produit.

» Après filtration, lavage à l'éther, dessiccation au vide, le corps obtenu ainsi répond à la composition $C^{22}H^{26}Az^2O^3$ et ses propriétés ne laissent aucun doute sur sa nature. C'est le sel d'aniline de l'acide phénylimidé :



» Il fond à 82° et perd à cette température deux molécules d'eau pour donner un composé $C^{22}H^{22}Az^2O$ fusible à 152°, dont la constitution est vraisemblablement :



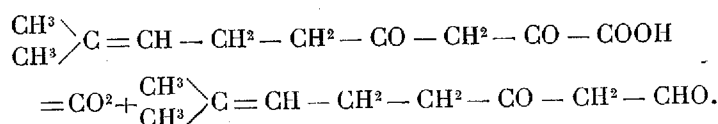
» On obtient aisément le même produit $C^{22}H^{22}Az^2O$ en faisant bouillir la solution méthylalcoolique du sel d'aniline précédent pendant une heure; si l'on a pris soin de ne pas employer trop de dissolvant, le liquide, limpide au début, se trouble et se prend en masse à la température du bain-marie.

» C'est encore le même corps qui prend naissance directement si l'on chauffe l'acide méthylhexénone-pyruvique, soit au bain-marie, soit même à 180° avec l'aniline, au point d'ébullition de cette dernière. En aucun cas, il ne se forme d'autres dérivés et il n'a pas été possible d'isoler le produit intermédiaire $C^{22}H^{24}Az^2O^2$ qui correspondrait à l'élimination de deux molécules d'eau.

» L'ammoniaque donne, à froid, un sel de l'acide imidé comparable en tous points au premier corps décrit pour l'aniline; mais, si l'on vient à chauffer sa solution alcoolique, on constate un dégagement d'ammoniaque. Je reviendrai sur cette réaction.

» *Méthyloctènonal.* — Chauffé à 90°-100°, l'acide méthylhexénone-pyruvique perd

de l'acide carbonique suivant l'équation :



$$\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>\!C=CH-CH^2-CH^2-CO-CH^2-CO-COOH$$
$$=CO^2+\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>\!C=CH-CH^2-CH^2-CO-CH^2-CHO.$$

» La cétone-aldéhyde qui prend naissance n'a pas encore pu être isolée des produits de décomposition, mais il est probable que j'y parviendrai, car j'ai pu la préparer en utilisant la belle méthode due à Claisen, par condensation de la méthylhepténone avec le formiate d'éthyle en présence d'éthylate de sodium.

» Le méthyloctenonal est d'une stabilité remarquable et constitue la première aldéhyde β-cétonique isolée à l'état de liberté. Il cristallise de sa solution alcoolique en tables incolores d'aspect nacré, fusibles à 73° et répondant à la composition $C^9H^{14}O^2$ (1). Ces cristaux ont une odeur agréable rappelant le citronellal et se combinent à l'acétate de cuivre pour donner le sel $(C^9H^{13}O^2)^2Cu$ (2). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse du diméthylhepténol.* Note de M. **Ph. Barbier**, présentée par M. Friedel.

« Dans une Communication antérieure (*Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1423) j'ai signalé la formation du diméthyl-2.6-heptène-2-ol-6 par l'action de la potasse alcoolique sur le lémonol, en appuyant mes conclusions sur six analyses très concordantes de l'alcool, de son éther acétique, et de l'oxyde de diméthylheptène que j'ai dérivé de l'alcool par l'action de l'acide sulfurique étendu. Cette Note a pour objet de faire connaître le procédé que j'ai suivi pour réaliser la synthèse du diméthylhepténol.

» Dans cette expérience, j'ai utilisé la méthode générale imaginée par Saytzeff, en lui faisant subir toutefois une importante modification qui en a permis l'application au cas spécial qui m'occupait; cette modification consiste dans la substitution du magnésium au zinc.

---

(1) *Analyse :*

	Calculé pour $C^9H^{14}O^2$.	Trouvé.
C pour 100......	70,13	70,06
H pour 100......	9,10	9,17

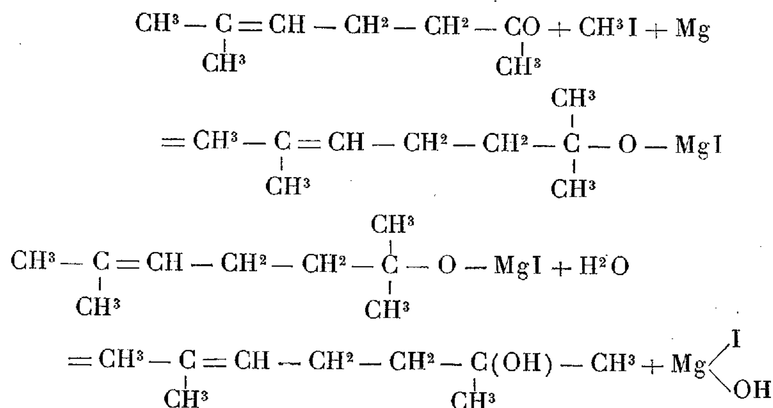
(2) Je me propose d'exposer les propriétés et les dérivés de ce corps intéressant dans une prochaine Communication.

» L'opération s'exécute comme il suit : on place dans un ballon, muni d'un réfrigérant puissant, 100^{gr} de méthylhepténone naturelle, 150^{gr} d'éther anhydre et 20^{gr} de tournure de magnésium ; puis on y fait tomber peu à peu 113^{gr} d'iodure de méthyle. Quand on a ajouté le tiers environ de l'iodure, le liquide jaunit, et bientôt une vive réaction se déclare ; on refroidit sous un courant d'eau, et l'on entretient la réaction par l'addition lente du reste de l'iodure de méthyle.

» On laisse en contact pendant douze heures, et l'on décompose la combinaison magnésienne par l'acide sulfurique dilué en présence de la glace. Le liquide qui se sépare, après avoir été lavé avec une dissolution étendue d'acétate de sodium et à l'eau distillée, est soumis à la distillation fractionnée dans le vide ; à la troisième rectification, on isole 35^{gr} de diméthylhepténol pur, ainsi que le montrent les résultats de l'analyse :

Trouvé : $C = 76,05$ $H = 11,04$ Théorie : $C = 76,06$ $H = 10,96$

» Les formules ci-dessous représentent la réaction qui lui a donné naissance :



$$CH^3-\underset{\displaystyle CH^3}{C}=CH-CH^2-CH^2-\underset{\displaystyle CH^3}{CO}+CH^3I+Mg$$

$$=CH^3-\underset{\displaystyle CH^3}{C}=CH-CH^2-CH^2-\overset{\displaystyle CH^3}{\underset{\displaystyle CH^3}{C}}-O-MgI$$

$$CH^3-\underset{\displaystyle CH^3}{C}=CH-CH^2-CH^2-\overset{\displaystyle CH^3}{\underset{\displaystyle CH^3}{C}}-O-MgI+H^2O$$

$$=CH^3-\underset{\displaystyle CH^3}{C}=CH-CH^2-CH^2-\underset{\displaystyle CH^3}{C(OH)}-CH^3+Mg\begin{matrix}I\\OH\end{matrix}$$

» Le diméthylhepténol synthétique est un liquide incolore, bouillant entre 79°-80° sous 10^{mm}. Son odeur, sa densité et son point d'ébullition se confondent avec ceux de l'alcool dérivé du lémonol. Il se comporte rigoureusement de la même manière vis-à-vis des réactifs oxydants et de l'acide sulfurique étendu ; enfin, l'identification des deux alcools se poursuit jusque dans leurs éthers acétiques ; l'acétate de diméthylhepténvle synthétique bout à 84°-86° sous 10^{mm} comme l'acétate engendré par l'alcool dérivé du lémonol. Il a donné à l'analyse les chiffres ci-dessous :

Trouvé : $C = 71,92$ $H = 11,04$ Théorie : $C = 71,74$ $H = 10,87$

» Cette synthèse confirme donc d'une façon définitive mes premiers résultats. J'ajouterai en terminant que la substitution du magnésium au zinc dans la réaction de Saytzeff est nouvelle, et qu'elle m'a permis de réaliser un certain nombre de synthèses sur lesquelles je me réserve de revenir dans quelque temps. »

CHIMIE. — *Études sur la filtration.* Note de M. J. **Hausser**, présentée par M. Friedel.

« Quand les liquides passent à travers des parois filtrantes, ils rencontrent sur leur passage une résistance qui dépend de la nature et de l'épaisseur de la paroi qu'ils ont à traverser. Dans l'exposé que nous allons faire de nos recherches, nous ne nous occuperons que de parois à structure très fine, obtenues par le dépôt de matières pulvérulentes que les liquides peuvent tenir pendant un certain temps en suspension. La silice, sous forme de farine fossile, le talc, le kaolin, par exemple, sont des corps qui peuvent être réduits en poudre impalpable et flotter sous cette forme dans l'eau. Quand ces liquides troubles sont versés sur un filtre quelconque, en papier ou en étoffe, le liquide s'écoule et la paroi filtrante se garnit d'une couche très fine et très régulière sur laquelle on peut étudier les coefficients de frottement des liquides et dissolutions. On se servira de préférence pour ces études d'entonnoirs en porcelaine formant pièce avec un disque perforé en porcelaine, tels qu'on les emploie couramment. Les corps qui devront servir à la formation des couches filtrantes seront soigneusement purifiés et débarrassés par lévigation de toutes les parties lourdes. Les couches seront déposées au moyen du vide total ou partiel que donnera la trompe à eau. L'épaisseur de la couche devra être, en général, très faible, de $0^{mm},5$ à 3^{mm}.

» Les résultats trouvés nous ont engagé à grouper en deux catégories les divers corps insolubles susceptibles d'être utilisés : substances amorphes et substances cristallisées.

» Nous ne nous occuperons pour l'instant que des matières amorphes qui, d'après nos expériences, se comportent plus simplement que les autres. Les matières amorphes donnent en effet des couches filtrantes à résistance constante; il n'en est pas de même des autres. Nous parlerons de celles-ci plus tard.

» Tout ce qui suit se rapporte par conséquent aux matières amorphes.

» Voici en deux mots comment nous avons opéré : étant donnée une matière amorphe A, nous la déposons sur le filtre avec un liquide A'. Dans le résumé que nous donnons aujourd'hui, il n'est question que d'expériences simples de ce genre, c'est-à-dire d'une couche filtrante A étudiée par rapport à un liquide A' toujours le

même. Les substances amorphes et les liquides que nous avons examinés sont le kaolin, le phosphate de chaux, le noir animal, l'eau, l'alcool et diverses dissolutions salines.

» Voici ce que nous avons trouvé :

» *Premièrement.* — Quand on dépose sur un filtre une certaine couche d'une matière A avec un liquide A', la vitesse d'écoulement du liquide reste constante tant que la pression, la température et l'épaisseur de la couche ne varient pas. En d'autres termes, la résistance à l'écoulement est invariable dans ces conditions.

» Il est d'ailleurs superflu de faire remarquer que la même substance A, déposée par des liquides A', B', etc. différents, fournit pour chacun d'eux une vitesse constante également différente.

» *Deuxièmement.* — Quand on donne à la couche filtrante une épaisseur 2, 3, 4 fois plus grande, la vitesse d'écoulement du liquide devient 2, 3, 4 fois plus petite. La résistance augmente donc avec l'épaisseur de la couche.

» *Troisièmement.* — Quand, pour une épaisseur de couche constante, on fait varier la pression, on observe deux modalités différentes :

» 1. On dépose A sous une pression P maxima, et l'on fait varier la pression pendant la filtration. Dans ce cas, la vitesse d'écoulement diminue proportionnellement à la pression.

» 2. On dépose la couche A sous une pression P' minima, et l'on augmente graduellement la pression. On constate alors que, la pression augmentant, la vitesse d'écoulement augmente dans une certaine mesure avec elle pour devenir rapidement constante et indépendante de la pression.

» Les nombreuses expériences que nous avons faites concordent entièrement avec ces principes ; nous donnerons prochainement nos résultats *in extenso* dans un travail plus étendu. Voici seulement, à titre explicatif, quelques exemples pris au hasard. P indique la pression du liquide à filtrer, T la température de ce liquide, N.S le nombre de secondes nécessaire à l'écoulement d'un volume constant, E l'épaisseur de la couche filtrante en millimètres, P'R le rapport de la pression initiale à la pression diminuée, SR le rapport inverse des temps d'écoulement à deux pressions correspondantes, ER le rapport des épaisseurs de couches.

	Matière amorphe.	Liquide.	P.	T.	N.S.	N.S.	N.S.	E.	P'R.	SR.	ER.
1er groupe.	Kaolin............	Eau	745	20°	168	172	172	»	»	»	»
	Kaolin............	Alcool	745	20	273	272	275	»	»	»	»
	Phosphate de Ca..	Eau	749	20	41	40	41	»	»	»	»
	Phosphate de Ca..	Alcool	745	18	58	59	58	»	»	»	»
	Noir animal.......	Eau	743	18	90	85	87	»	»	»	»
2e groupe.	Kaolin............	Eau	748	19	33	32	»	0,6	»	»	1
		Eau	748	19	57	58	»	1,2	»	»	2
	Phosphate de Ca..	Alcool	745	17	»	30	30	0,6	»	»	1
		Alcool	745	17	58	59	58	1,2	»	»	2

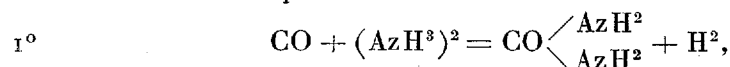
	Matière amorphe.	Liquide.	P.	T.	N.S.	N.S.	N.S.	E.	P'R.	SR.	ER.
3e groupe.	1° Phosphate de Ca.	Eau	748	18°	35	36	36	»	»	»	»
		Eau	575	18	47	47	47	»	1,30	1,25	»
		Eau	422	18	68	67	66	»	1,77	1,86	»
		Eau	275	18	»	104	104	»	2,69	2,88	»
	2° Kaolin.........	Eau	312	20	73	75	74	»	»	»	»
		Eau	547	20	47	46	47	»	»	»	»
		Eau	616	20	44	43	44	»	»	»	»
		Eau	743	20	42	42	43	»	»	»	»

» Dans une Note ultérieure nous nous proposons d'étudier l'influence de la variation de la température et celle des variations des liquides par rapport à la même couche filtrante. »

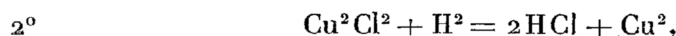
CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un mode de formation des urées* (¹).
Note de M. **A. Jouve**, présentée par M. Ed. Grimaux.

« On sait que l'oxyde de carbone se dissout dans une solution ammoniacale de chlorure cuivreux; j'ai constaté que cette dissolution. chauffée pendant cinq à six heures à 105°, dans un autoclave, donne de l'urée.

» La réaction s'exprime ainsi :



1° $$CO + (AzH^3)^2 = CO\begin{cases}AzH^2\\AzH^2\end{cases} + H^2,$$



2° $$Cu^2Cl^2 + H^2 = 2HCl + Cu^2,$$

car, d'une part, il se forme un dépôt de cuivre; d'autre part, en comparant le poids du métal formé au poids de l'urée dosée par l'hypobromite, on constate que l'urée et le cuivre sont dans le rapport indiqué par les équations ci-dessus.

» L'urée a été recueillie et caractérisée de la façon suivante : après réaction, on sature par l'acide sulfhydrique, on filtre pour séparer tout le cuivre; enfin on reprend par l'alcool, après évaporation à sec. L'urée cristallise par évaporation de ce dissolvant. Elle est caractérisée par ses réactions habituelles : sels de mercure, formation de cristaux caractéristiques d'oxalate et d'azotate d'urée, et dosage d'azote par l'hypobromite de soude :

	Trouvé.	Calculé.
Azote..................	$18^{cc},2$	$18^{cc},55$

(volume ramené à 0° et 760^{mm} pour $0^{gr},05$ d'urée sèche)

(¹) École Polytechnique, laboratoire de M. A. Colson.

et enfin, par son point de fusion, qui a été pris comparativement avec celui de l'urée pure et trouvé de 132°,5.

» Les amines grasses et aromatiques se comportent d'une façon analogue : en dissolvant le chlorure cuivreux dans la diméthylamine et faisant réagir l'oxyde de carbone sous pression, il se forme du cuivre et probablement l'urée composée correspondante que je n'ai pas encore isolée; mais, avec l'aniline, j'ai obtenu la diphénylurée, que j'ai caractérisée par son point de fusion 227° et sa transformation en phénylcarbimide par l'anhydride phosphorique.

» Ce mode de formation des urées semblant être général, je me propose d'en poursuivre l'étude. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur l'anabsinthine, substance nouvelle retirée de l'absinthe*. Note de MM. **Adrian** et **A. Trillat**, présentée par M. Arm. Gautier.

« Nous avons, il y a peu de temps ([1]), décrit un nouveau principe cristallisé en aiguilles jaunes, retiré de l'*Artemisia absinthium*. Nos travaux nous ont conduits à reprendre l'étude de l'absinthine. Duquesnel, Lück, F. Roux et d'autres savants ont déjà publié divers travaux, tant au point de vue chimique qu'au point de vue physiologique. Senger, et récemment Bourcet, ont donné comme formule à l'absinthine $C^{15}H^{20}O^{4}$. D'après le dernier auteur, le point de fusion de ce produit est de 68°. En suivant un mode de traitement de la plante différent de celui généralement décrit par les auteurs, nous avons obtenu un produit parfaitement pur, qui n'a pas la composition indiquée par MM. Senger et Bourcet, et qui en diffère surtout par un écart considérable (environ 192°) dans le point de fusion, et par sa solubilité dans l'éther. Nous désignerons sous le nom d'*anabsinthine* ([2]) le produit cristallisé retiré de la grande absinthe et obtenu par la méthode suivante :

» *Préparation de l'anabsinthine*. — La plante étant grossièrement pulvérisée, on en fait successivement un extrait alcoolique que l'on évapore; du résidu on fait un

([1]) *Comptes rendus*, 28 novembre 1898.

([2]) Cette dénomination a pour but de différencier l'anabsinthine des produits déjà connus ayant une autre composition et des propriétés physiologiques actives, tels que l'absinthine, l'absinthéine, l'absinthinine, l'absinthol et l'artémisine.

extrait chloroformique après filtration préalable. On dissout cet extrait dans de l'alcool bouillant et l'on précipite les matières organiques par l'acétate de plomb, jusqu'à ce qu'il ne se forme plus de précipité. On filtre à froid et l'on ajoute de l'acide tartrique pour enlever l'excès de sel de plomb que l'on sépare par une nouvelle filtration. L'extrait résultant de l'évaporation complète de l'alcool est lavé à l'eau jusqu'à disparition d'acidité; on dessèche et additionne à chaud d'une partie de benzine rectifiée. Par refroidissement on obtient, après quelques jours, une bouillie cristalline qui est essorée et lavée à la benzine froide. Le précipité est dissous dans l'alcool bouillant et, par addition d'un peu d'eau, on voit la cristallisation se faire au bout d'une demi-heure. Les cristaux sont formés par l'anabsinthine. Le produit cristallisé en aiguilles jaunes, que nous avons décrit dans une Note précédente, se trouve dans l'extrait obtenu en évaporant la benzine après avoir essoré le précipité.

» *Composition.* — Nous avons déterminé la composition de l'anabsinthine par l'analyse et le poids moléculaire. Nous avons cherché si notre produit n'était pas un mélange. L'anabsinthine étant dissoute dans de l'alcool, nous avons provoqué des précipitations fractionnées et avons analysé les précipités extrêmes :

Résultats.

	Premier précipité.	Dernier précipité.	Calcul pour $C^{18}H^{24}O^4$.	Absinthine des auteurs.
Carbone........	71,78	71,94	71,02	67,83
Hydrogène......	8,61	8,08	7,8	7,82
Oxygène........	19,61	19,98		24,33
Azote..........	0	0	»	0

» *Détermination du poids moléculaire par la méthode cryoscopique.* — En dissolvant la substance dans de l'acide acétique, nous avons obtenu des chiffres qui permettent d'adopter la formule très approchée : $C^{18}H^{24}O^4$.

» *Propriétés physiques et chimiques.* — L'anabsinthine est formée de longues aiguilles blanches et prismatiques; elle possède une amertume très persistante et ne semble pas avoir de propriétés physiologiques intéressantes, ce qui nous fait supposer que les propriétés signalées par les physiologistes dans l'extrait d'absinthe sont dues à des impuretés. Desséchée à 120°, le point de fusion de l'anabsinthine est de 258°-259°. Après exposition à l'air, son point de fusion s'abaisse à 236°-238°. (L'absinthine signalée par Bourcet fond à 68°.) L'anabsinthine est légérement soluble dans l'eau, plus soluble dans l'alcool, la benzine, le chloroforme. Elle cristallise dans l'acétone en magnifiques cristaux pouvant atteindre 1cm de côté et qui constituent une véritable curiosité cristallographique. L'acide sulfurique concentré donne une belle coloration violet rouge qui passe au bleu. L'acide chlorhydrique au cinquième donne une coloration brune; par

addition d'eau il se forme une légère fluorescence verte. Avec l'anhydride acétique nous avons obtenu une résine incristallisable. L'oxydation, la réduction, le traitement par les alcalis et les acides étendus n'ont pas ou ont peu d'action sur l'absinthine. La liqueur de Fehling n'est pas réduite et la phénylhydrazine ne donne aucune combinaison.

» Par distillation sèche, nous avons obtenu de l'acide acétique, de l'acide formique et une huile qui se colore rapidement à l'air en vert et en bleu, probablement par oxydation.

» L'anabsinthine diffère du principe cristallisé en jaune que nous avons signalé précédemment par sa couleur, par la réaction à l'acide sulfurique et au perchlorure de fer, enfin par sa composition et son point de fusion.

» Comme lui, elle peut être classée dans la série des corps indifférents plutôt que dans celle des glucosides.

» Dans le cours du traitement de l'anabsinthine nous avons isolé un principe huileux que nous nous proposons d'étudier. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la formation du sucre de l'albumine de l'œuf.* Note de M. **Ferdinand Blumenthal** (¹), présentée par M. Bouchard.

« Bien des recherches ont été faites pour savoir s'il y a du sucre dans la molécule d'albumine proprement dite, question d'une grande importance, non seulement pour la Chimie et la Physiologie, mais encore pour la Médecine, puisque l'homme gravement atteint de diabète forme du sucre avec ses tissus, probablement avec son albumine.

» Passant sous silence les résultats négatifs, je citerai en premier lieu Pavy, dont les travaux ont provoqué de nombreuses recherches sur ce sujet. Pavy (²) a prétendu qu'il avait obtenu du sucre aux dépens de l'albumine. Mais, comme il a précipité l'albumine par l'alcool, on a fait remarquer que le sucre contenu dans les œufs était resté adhérent à sa préparation; comme il n'a rien entrepris pour séparer ce sucre de l'albumine, ses expériences ne peuvent trancher la question. Plus tard, Krawkow (³), en opérant sur des albumines exemptes de sucre, après les avoir chauffées avec de l'acide chlorhydrique, avait obtenu des hydrates de carbone qui donnaient,

(¹) Travail du laboratoire de M. V. Leyden, première clinique médicale de Berlin.

(²) Pavy, *The Physiology of the carbohydrates;* London, 1894.

(³) Krawkow, *Pflüger's Archiv,* Bd 165; 1897.

avec la phénylhydrazine, une osazone qui se liquéfiait à 182°-185°. Mais nous ne connaissons pas d'hydrate de carbone produisant une osazone ayant ce point de liquéfaction; aussi, les résultats de Krawkow ne peuvent pas être considérés comme probants. Hofmeister [1], qui a obtenu également, de 1^{gr} d'albumine cristallisée, $0^{gr},1$ d'osazone, n'a pas caractérisé celle-ci.

» Ayant moi-même [2] soumis l'albumine du blanc d'œuf à l'action décomposante d'une solution d'hydrate de baryte (BaOH) et ensuite de l'acide chlorhydrique, j'ai obtenu un liquide qui réduisait la liqueur de Fehling et donnait avec la phénylhydrazine acétique une osazone dont le point de liquéfaction était de 194°-204°. Comme l'osazone était peu soluble dans l'eau chaude, ainsi que dans l'alcool pur froid, dans l'éther et dans l'acétone froide, elle ressemblait beaucoup à la phénylglycosazone, à laquelle elle correspond aussi à l'examen microscopique, et par le point de liquéfaction qui est, pour la glycosazone, de 205°, d'après Emile Fischer. Avec une préparation d'osazone que j'ai obtenue de l'albumine du blanc d'œuf, purifiée très soigneusement à plusieurs reprises par l'eau chaude, ensuite par l'alcool et par l'éther, je suis arrivé, avec de grandes pertes de substance, à un état de pureté qui permettait d'en faire une analyse élémentaire. Cette analyse, faite dans le laboratoire du professeur E. Salkowski [3], donna : C 60,31; H 6,04; calculé pour la phényl-glycosazone : C 60,3; H 6,19. Il est donc certain que le sucre dont l'osazone était analysée avait la formule $C^6H^{12}O^6$, c'est-à-dire était une hexose.

» Mais comme on connaît trois hexoses donnant la même osazone : la glucose, la mannose et la fructose, il fallait encore chercher quelle était l'hexose contenue dans l'albumine du blanc d'œuf.

» Pour décider cette question, j'ai opéré de la manière suivante :

» 20^{gr} d'albumine pure sont jetés dans 480^{cc} d'eau, à laquelle on a ajouté 20^{cc} de NaOH concentrée ou d'une solution concentrée de BaOH, à température ordinaire. On y laisse l'albumine une ou deux heures. Ensuite, sans filtrer, on ajoute 75^{cc} d'acide chlorhydrique, de poids spécifique 1,19, et l'on chauffe dans un alambic une demi-heure à feu libre. Ensuite, on met l'alambic pendant deux heures dans un bain-marie chauffé. Après ce temps, on le reprend, on filtre et l'on ajoute, à température assez

---

(1) Hofmeister, *Zeitschrift für physiologische Chemie*; 1897.

(2) F. Blumenthal, *Gesellschaft der Charitéaazte*. Séance du 10 février 1898, publiée dans les *Charité-Annalen*, 1898.

(3) Je remercie ici M. Neuberg, assistant du professeur E. Salkowski, qui a effectué cette analyse.

basse, 80^cc d'une solution de NaOH concentrée, jusqu'à ce que la réaction soit devenue alcaline. On ajoute immédiatement à peu près 20^cc d'acide acétique glacial, pour que la réaction devienne complètement acide. Au bout de quelques heures, on filtre.

» Le liquide filtré est presque tout à fait desséché par la vaporisation, d'abord à feu libre, ensuite au bain-marie. Le résidu, contenant à peu près de 30^cc à 40^cc de liquide, est traité trois fois par l'alcool chaud (93 pour 100). L'alcool est filtré et évaporé. On dissout alors le résidu dans 100^cc d'eau chaude; le liquide sert à toutes les expériences suivantes.

» Chauffé avec la liqueur de Fehling, il donne une réduction.

» Mêlé avec 8^gr de phénylhydrazine dissous dans 8^cc d'acide acétique glacial, dans un verre, on le chauffe jusqu'à ébullition à feu libre. On laisse bouillir 5-10 minutes. Ensuite, on met le verre dans un bain-marie bouillant. On l'y laisse pendant une heure. Ensuite, pendant que le liquide est très chaud, on filtre dans de l'eau très froide. Immédiatement, l'osazone apparaît en cristaux. On la purifie avec de l'eau, de l'alcool absolu et de l'éther, et on la fait cristalliser en faisant arriver la solution chaude dans de l'eau froide. L'osazone ainsi obtenue a pour point de liquéfaction 200°-205°.

» Le liquide, chauffé avec la résorcine et l'acide chlorhydrique, ne donne pas la réaction de Sélivanoff caractéristique de la fructose. Comme cette réaction est très nettement positive avec des traces de fructose, l'absence de celle-ci est démontrée.

» La mannose se distingue de la glucose en ce qu'elle donne avec la phénylhydrazine une hydrazone à la température ordinaire; notre liquide ne donna pas d'hydrazone à la température de la chambre.

» Si notre sucre était de la glucose, il faudrait encore voir de quelle modification il s'agit, car on en connaît deux : l'une qui dévie le plan de polarisation à droite et l'autre qui dévie à gauche. Si les deux sucres sont mêlés, la solution reste inactive. Pour la polarisation, il a fallu séparer les albumoses et les peptones, qui dévient à gauche; celles-ci furent précipitées par l'acide phosphorwolframique et l'acide chlorhydrique. Le plan de polarisation a été dévié à gauche : 1° 0,8 pour 100; 2° 0,7 pour 100; 3° 1,2 pour 100 (calculé sur glucose).

» Mais, comme il y a aussi des albumoses qui ne sont pas précipitées par l'acide phosphorwolframique, la rotation à gauche avait pu être produite par des corps de cette nature. Ainsi, E. Salkowski a montré que, avec l'albumine de levure, on obtient de la leucine qui dévie un peu à gauche. Pour contrôler cette possibilité, j'ai observé la quantité d'azote dans le liquide polarisé. J'ai trouvé (calculé d'après l'albumine) : 1° 0,5 pour 100; 2° 0,55 pour 100; 3° 0,53 pour 100 d'albumine dans les liquides polarisés. Le résultat ne permet donc pas de décider, avec toute la sûreté nécessaire, si le sucre est lévogyre.

» Mais la vraisemblance augmente, si l'on constate que la réaction xanthoprotéique était très faible dans le liquide polarisé; il est donc impossible que tout l'azote contenu dans le liquide polarisé soit attribuable aux albumoses.

» En essayant de faire fermenter mon sucre avec la levure de bière, je n'ai jamais pu y parvenir. Or on sait que la glucose lévogyre ne fermente pas avec la levure de bière, tandis que la glucose dextrogyre fermente complètement, et la glucose inactive partiellement.

» Pour déterminer la quantité de sucre contenu dans la molécule de l'albumine, on

peut employer la titration par la liqueur de Fehling. Mais les résultats de ces essais n'ont pas été bien nets, de sorte que je n'en parle que sous toutes réserves. Il paraît probable qu'on obtient, avec 100^{gr} d'albumine de blanc d'œuf, 8^{gr} à 12^{gr} de sucre [1]. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Modifications des toxines introduites dans le tube digestif.* Note de MM. **Charrin** et **Levaditi**, présentée par M. Ch. Bouchard.

« On sait depuis longtemps que certaines toxines, très actives quand on les introduit dans le sang ou sous la peau, perdent la plus grande partie de leur action, lorsqu'on les fait pénétrer par la voie digestive; l'un de nous a jadis insisté sur cette donnée, à savoir qu'on réussit plus aisément à créer une entérite, en injectant les produits bactériens dans les vaisseaux périphériques qu'en faisant ingérer ces mêmes produits à des doses infiniment plus considérables.

» De divers côtés, on a cherché les raisons de cette sorte d'immunité de l'appareil gastro-intestinal. Pour Ransom [2], le mécanisme est simple : s'il s'agit, par exemple, de la toxine tétanique, cette toxine s'élimine inaltérée par les fèces, sans absorption.

» A coup sûr, une partie des principes administrés, partie du reste variable en rapport avec la dose, etc., peut s'échapper à l'extérieur. Toutefois, il est difficile d'affirmer qu'on retrouve exactement tout ce qu'on a introduit; le procédé d'appréciation utilisé par Ransom consiste à faire naître le tétanos, en injectant des dilutions de matières fécales.

» Comment mesurer avec précision, en l'absence de poids ou de volume, d'autant plus que la susceptibilité de l'animal, qui reçoit en outre des poisons intestinaux, est dans ces conditions plus ou moins augmentée?

» Les phénomènes nous semblent d'une nature plus complexe.

» Vers le dernier tiers de l'intestin d'un cobaye, on dépose, dans une anse de $0^{m},30$ à $0^{m},40$ de longueur, liée aux deux bouts, de 3^{cc} à 5^{cc} de toxine tétanique, dose plusieurs fois mortelle, bien que cette toxine soit douée d'une activité modérée. On ferme ensuite l'abdomen, après avoir rentré cette anse, choisie sensiblement vide ou parfois évacuée par une douce pression.

---

(1) Dans ces expériences, M. le Professeur E. Salkowski m'a soutenu de ses bons conseils.

(2) F. Ransom, *Das Schicksal des Tetanusgiftes nach seiner intestinalen Einverleibung in den Meerschweinorganismus.* (*Deutsche med. Woch.*, n° 8; 1898.)

» Si, de nouveau, on met à découvert ce segment intestinal utilisé, après un délai de quinze à vingt heures, on constate, dans la majorité des cas, que le volume du contenu, mesuré avec précision, a diminué; il nous est arrivé quelquefois de ne plus rencontrer que des matières solides.

» Dans ces conditions, on ramène ce contenu au volume initial, soit 3^cc à 5^cc à l'aide de l'eau stérilisée; on filtre à la bougie; *on reconnaît que le liquide filtré a perdu, sinon totalement, au moins en partie son pouvoir tétanigène.*

» Cette seconde filtration, que rendent nécessaire les accidents septiques (l'emploi de l'appareil centrifuge ne suffit pas toujours), ne peut être invoquée comme cause de modification. On sait, en effet, par les travaux de Martin et Cherry (1), que ces toxines franchissent sans changement des filtres même gélatinés; d'autre part, nous avons eu soin de refiltrer aussi la toxine servant aux injections des témoins; parfois même, immédiatement avant cette deuxième filtration, nous l'avons additionnée d'un peu de mucus intestinal (2^cc à 3^cc) pour identifier les conditions : cette toxine a conservé son activité.

» La lenteur d'absorption ne saurait, de son côté, expliquer à elle seule l'innocuité de ces ingestions de toxines; pour le prouver, il suffit d'administrer au cobaye, par voie sous-cutanée, la dose mortelle répartie en plusieurs fractions dans un espace de quinze à vingt heures : on fait ainsi éclater les accidents caractéristiques.

» Les résultats positifs des injections intra-portales éliminent l'intervention de la défense hépatique, dont le rôle est, en tous cas, des plus secondaires (2).

» D'autre part, si l'on ne retrouve pas dans l'anse la totalité de la substance introduite, on ne saurait expliquer la perte par un simple passage dans la circulation; on enregistrerait alors, ou les accidents classiques, ou les caractères de l'immunité; or, on n'observe ni les uns, ni les autres, au moins pour le tétanos.

» En nous basant sur les recherches de Charrin et Mangin, surtout sur celles plus complètes de Metchnikoff (3), nous pensons qu'on est en droit de faire intervenir l'action des bactéries intestinales, puisqu'en vivant au contact d'une toxine, ces bactéries altèrent ses propriétés pathogènes.

» Nous estimons aussi que l'influence des sécrétions digestives ne saurait être indifférente [travaux de Charrin et Lefèvre (4), de Nencki, Sieber et Schoumow-Siemanowski (5)].

» D'autres causes, à coup sûr, doivent entrer en jeu, quand on songe tant à la fragilité des toxines qu'à la multiplicité des agents qu'elles ren-

---

(1) MARTIN et CHERRY, *Nature de l'antagonisme entre la toxine et l'antitoxine* (*Brit. med. Journ.*, 15 octobre 1898).

(2) Voir CHARRIN et CASSIN, *Expériences* (*Soc. de Biol.*, décembre 1896).

(3) *Soc. de Biol.*, 1897.

(4) *Soc. de Biol.*, 1898.

(5) *Cblat. für Bakt.*, Bd. XXIII, n° 19. Ces auteurs ont beaucoup développé la question.

contrent dans l'intestin; nous ne pouvons, dans une simple Note, les indiquer complètement.

» De même nous ne pouvons signaler toutes les différences enregistrées suivant le choix des toxines; avec quelques-unes on parvient, en usant de la voie digestive, à augmenter la résistance de l'animal; avec d'autres on échoue complètement.

» Ces résultats sont également soumis à des variations en rapport avec les divers segments de l'appareil digestif; c'est ainsi, en particulier, que le volume du liquide s'accroît habituellement dans l'anse liée chez le cobaye, quand cette anse est au voisinage de l'estomac. Chez le chien, ces différences sont peu sensibles; néanmoins, il semble que, chez quelques espèces, la quantité d'eau est beaucoup plus abondante, en partie sans doute par suite de la sécrétion biliaire, dans les premières portions de l'intestin grêle, c'est-à-dire là où l'activité des métamorphoses, comme la nécessité des dilutions, rendent ce liquide plus indispensable.

» L'intervention de la bile, celle du suc gastrique ou pancréatique font naturellement varier encore les résultats obtenus.

» Nous ne pouvons évidemment développer ici chacun de ces points, nous bornant, dans la présente Note, à établir la réalité des modifications que subissent certaines toxines déposées dans l'intestin, au point de vue de l'atténuation de leur activité fonctionnelle. »

BIOLOGIE. — *La loi sexuelle du plus petit coefficient*. Note de M. **Félix Le Dantec**, présentée par M. Edm. Perrier.

« Si l'hypothèse que j'ai émise l'année dernière [*Sexe et dissymétrie*, (*Comptes rendus*, janvier 1898)] ne semble pas jusqu'à présent susceptible d'une preuve expérimentale directe, elle conduit du moins à des déductions dont aucune n'est en désaccord avec les faits connus de la Biologie. L'une de ces déductions est si imprévue que sa concordance parfaite avec *tous* les phénomènes d'hérédité semble être une démonstration presque définitive de l'hypothèse initiale. C'est la *loi du plus petit coefficient*.

» Les molécules des substances plastiques peuvent être de deux types inverses [1] ou déséquilibrés; l'accolement molécule à molécule de ces

---

[1] Ces deux types inverses ne sont probablement pas énantiomorphes, c'est-à-dire symétriques l'un de l'autre. Ils peuvent avoir un noyau commun, gauche par exemple, et ne différer que par la dissymétrie d'un seul carbone.

deux types inverses produit des molécules neutres ou équilibrées. Tous les plastides qui, comme les bactéries, se reproduisent sans sexualité et tous les plastides *somatiques* du corps des animaux supérieurs se composent uniquement de substances plastiques neutres ou équilibrées. L'assimilation ne se produit que dans des plastides ainsi constitués et ne construit que des substances plastiques neutres ou équilibrées.

» Mais, en certains points du corps, des conditions destructives spéciales font disparaître l'un des types de substances déséquilibrées sans toucher aux substances du type inverse. C'est ainsi que se forment les éléments sexuels. Soient a, b, c, d, e, f, g, h les substances plastiques équilibrées d'une espèce donnée; chacune d'elles est la somme de deux substances inverses; a, par exemple, est la somme $(a_m + a_f)$. L'élément mâle comprendra les substances $a_m, b_m, \ldots, h_m$, et l'élément femelle les substances $a_f, b_f, \ldots, h_f$. Ces éléments sexuels déséquilibrés sont incapables d'assimilation, mais de leur fusion molécule à molécule ou *fécondation* résulte l'*œuf* qui est équilibré et qui, par suite, assimile et se multiplie.

» Or pour neutraliser n molécules a_m, il faut n molécules a_f. Si les deux éléments sexuels qui se fusionnent avaient *le même nombre* de molécules correspondantes et complémentaires, il y aurait neutralisation complète de l'ovule par le spermatozoïde; mais, en général, surtout quand les deux éléments sexuels proviennent de parents différents, ils ont des coefficients quantitatifs différents et il est évident que *la partie neutre ou équilibrée de l'œuf qui résultera de leur fusion aura pour coefficients quantitatifs les plus petits des coefficients correspondants des éléments sexuels.*

» C'est cette partie neutre ou équilibrée de l'œuf qui assimilera ([1]) et donnera naissance au nouvel individu; ce sont les coefficients quantitatifs de cette partie neutre ou équilibrée qui seront les coefficients quantitatifs du nouvel individu et qui, par conséquent, *détermineront ses caractères individuels.*

» Soient $\alpha_m, \beta_m, \ldots, \theta_m$ les coefficients du spermatozoïde et $\alpha_f, \beta_f, \ldots, \theta_f$ ceux de l'ovule. Les plus petits des coefficients correspondants seront, par exemple, $\alpha_m, \beta_f, \gamma_f, \delta_m, \varepsilon_f, \zeta_m, \eta_m, \theta_f$ et l'œuf aura ainsi les coefficients $\alpha, \delta, \zeta, \eta$ du père et les coefficients $\beta, \gamma, \varepsilon, \theta$ de la mère ([2]). Tous les caractères

---

([1]) Le reste, formé de substances déséquilibrées, se détruit naturellement, puisque les substances déséquilibrées ne sont pas susceptibles d'assimilation.

([2]) Une autre fécondation, ayant lieu entre des éléments sexuels issus des mêmes

qui tenaient, chez le père, à des rapports de proportionnalité entre les coefficients α, δ, ζ, η, se retrouveront donc chez le fils; de même pour les caractères qui tenaient, chez la mère, à des rapports entre les coefficients β, γ, ε, θ. Quant aux caractères qui tenaient, chez l'un des parents, à des rapports de proportionnalité entre des coefficients du premier groupe (α, δ, ζ, η) et des coefficients du second groupe (β, γ, ε, θ), ils n'existeront pas chez le fils, mais seront remplacés par des caractères nouveaux, quelquefois peut-être intermédiaires à ceux des parents.

» Tous les cas d'hérédité sont compris dans cette formule.

» Je ne puis développer ici toutes les conséquences de la loi du plus petit coefficient. Je montre, dans un Livre actuellement sous presse ([1]), qu'elle explique avec la plus grande facilité l'hérédité des caractères de race dans les unions de race pure, le polymorphisme remarquable des produits de première génération du métissage de deux races voisines et l'uniformité non moins curieuse des mêmes produits quand le métissage a lieu entre des races très distinctes. La même loi montre aussi, avec la dernière évidence, que la reproduction sensuelle a pour résultat, non pas d'introduire des variations, mais au contraire de faire disparaître les variations accidentelles et de fixer un type moyen des races, etc.

» Je ne veux donner qu'un exemple de la simplicité des explications au moyen de la loi du plus petit coefficient. Supposez que d'un type moyen, le biset, on fasse diverger pendant plusieurs générations, par une sélection *artificielle*, des produits qui deviennent enfin aussi différents que le pigeon grosse gorge et le culbutant courte face. Si vous croisez ensemble deux individus de ces deux races différentes, la loi du plus petit coefficient fera disparaître les caractères majorés et vous retomberez sur le type ancestral moyen, comme l'a remarqué Darwin. Tous les cas d'atavisme s'interprêtent d'une manière analogue. »

---

parents pourra donner un tout autre résultat quant au choix des coefficients chez le père ou la mère, suivant le degré de vétusté des éléments sexuels fusionnés qui auront subi, par le vieillissement, une diminution plus ou moins grande dans la quantité absolue de leurs substances plastiques constitutives.

([1]) *La sexualité*. Paris, Caré et Naud.

BOTANIQUE. — *Sur la culture des monstruosités*. Note de M. **Hugo de Vries**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« On sait que les monstruosités végétales connues sous le nom de *crêtes-de-coq* sont héréditaires, se reproduisant toujours par le semis. Mais on considère généralement les autres monstruosités comme causées par des accidents et comme n'étant pas héréditaires. Leur rareté dans la nature les rend difficilement accessibles à des études approfondies; on connaît ordinairement leur structure, mais bien rarement leur origine et leur croissance. Elles se soustraient presque complètement aux expériences physiologiques.

» Depuis bientôt une douzaine d'années je m'occupe de la culture de ces anomalies, dans le but de les soumettre à toutes les recherches désirables. A l'exception des *virescences* causées par des parasites, elles se sont montrées héréditaires et ont produit, par l'isolement et la sélection, des races plus ou moins constantes et assez riches en individus monstrueux pour répondre au but proposé.

» Pour plusieurs de ces races, je possède maintenant les cinquième, sixième ou septième générations, même de formes rigoureusement bisannuelles. Elles sont loin d'être toutes complètement constantes. Il y en a qui ne montrent pas plus d'atavisme que des variétés ordinaires, tandis que d'autres ne se reproduisent fidèlement que dans le tiers ou les deux tiers des individus. Les plants de ces dernières races qui retournent au type normal conservent cependant certains caractères de monstruosité, mais à des degrés très divers. Souvent ils répètent l'anomalie dans leur sommet, dans leurs branches latérales; chez les plantes pérennantes, l'anomalie peut réapparaître au bout de deux ou trois années. Parfois certains plants semblent absolument normaux, mais sans avoir perdu la faculté de reproduire la monstruosité par leurs graines.

» Moins la fixité est grande, plus la culture dépend des conditions extérieures. Les races monstrueuses, même d'espèces sauvages, exigent plus de soins que les plantes ornementales les plus sensibles. C'est surtout la germination et le développement des jeunes plantes qu'il s'agit de soigner. En semant dans une serre et en repiquant les jeunes plantes isolément et dans une terre bien saine et fortement fumée, on peut souvent doubler le nombre des individus héritiers. Le *Taraxacum officinale fasciatum*, qui

donne ordinairement environ 30 pour 100 de fasciations, en a produit jusqu'à 86 pour 100 dans la première floraison, par ce traitement. Le *Crepis biennis fasciata,* dont les cultures donnaient 20 à 30 pour 100 de tiges fasciées, a donné une proportion de 64 à 85 pour 100 par une culture très soignée et un fort amendement, lequel, pour le chiffre de 85 pour 100, consistait surtout dans la poudre de corne de bœuf broyée.

» Au point de vue physiologique on peut diviser les monstruosités en monstruosités *constantes, précoces* et *tardives*

» Les monstruosités constantes ne montrent pas plus d'atavisme que des variétés ordinaires; elles exigent les mêmes soins que celles-ci. Le *Chrysanthemum segetum fistulosum,* à fleurs du rayon longues et tubuleuses, a produit, en 1898, 97 pour 100 d'individus-héritiers sur environ 200 exemplaires. Le *Linaria vulgaris peloria,* race extrêmement peu fertile, n'a eu, en 1898, que 4 pour 100 d'exemplaires retournant au type normal dans un semis de 80 plantes; pour les autres exemplaires, toutes les fleurs étaient parfaitement péloriées. Cette forme se propage aisément par ses bourgeons radicaux.

» Les monstruosités précoces sont celles qui se manifestent déjà sur les toutes jeunes plantes, à l'époque où celles-ci doivent être repiquées. Elles exigent une sélection à cette période de leur vie; on ne doit repiquer que celles dans lesquelles l'anomalie est bien marquée. Le *Trifolium pratense quinquefolium* en donne un exemple; sa première feuille, simple dans l'espèce normale, porte trois folioles dans la majorité des individus de la race. En repiquant, on doit éliminer tous ceux qui en ont moins, pour être sûr d'avoir une culture riche en feuilles quinaires. En négligeant cette précaution, on n'aurait qu'un semis très mêlé. La richesse en feuilles à 4-7 folioles dépend, en outre, comme toujours, de l'exposition, de la place disponible pour chaque individu, de l'engrais, etc.

» Les monstruosités tardives ne se montrent que plusieurs semaines ou quelques mois après le semis. Les fasciations du *Crepis* commencent à se montrer au bout de quatre mois, celles du *Taraxacum* au bout de cinq mois; la disposition spiralée des feuilles de *Dipsacus silvestris torsus* reste latente jusqu'à l'âge de quatre mois.

» Le développement de ces monstruosités dépend avant tout de la force individuelle des plantes, surtout de leur vigueur dans les premières semaines de leur vie. Le choix des meilleurs porte-graines a une signification bien secondaire, à supposer que ceux-ci appartiennent à la race pure, et que leurs graines ne soient pas viciées par le croisement avec l'espèce normale ou avec d'autres variétés.

» Elles exigent un emplacement bien ensoleillé, une terre saine et beaucoup d'engrais (outre une bonne fumure, une dose de 100^{gr} de corne de bœuf broyée par mètre carré), assez de place pour ne pas se toucher, et des soins assidus. Quant au semis, le mieux est presque toujours de l'effectuer sous verre au mois d'avril, et de repiquer isolément les jeunes plantes en petits godets (de 10^{cm}) avant de les mettre en place.

» Pour les soins particuliers à donner à chaque espèce la durée normale de la vie est importante à considérer. Les formes annuelles sont d'autant plus riches en anomalies que le semis a été plus précoce et que la croissance des jeunes plantes a été plus accélérée par une température de serre chaude et une bonne exposition à la lumière. Je cite comme exemples l'*Amarantus speciosus fasciatus* et le *Tetragonia expansa fasciata*.

» Les plantes rigoureusement bisannuelles (*Crepis biennis fasciata* et *Dipsacus silvestris torsus*) sont le groupe le plus intéressant. Leurs fasciations et leurs torsions sont d'autant plus nombreuses et d'autant mieux développées que la vie des rosettes des feuilles radicales a été plus longue et plus vigoureuse avant la production de la tige. Des semis faits trop tard, un sol maigre ou sablonneux, un espace trop petit, une exposition à l'ombre ont souvent rendu normaux tous ou presque tous les individus de cultures très étendues, provenant des meilleures graines. La richesse moyenne, d'environ 20-30 pour 100, peut être facilement réduite à 0, mais peut, au contraire, être augmentée par les soins mentionnés jusqu'à 40 pour 100 pour le *Dipsacus* et même jusqu'à 60-80 pour 100 pour le *Crepis*. Mais les individus fumés trop fortement succombent en hiver, surtout ceux du *Crepis*, pour lequel je préfère la culture sans amendement.

» Les espèces facultativement annuelles ou bisannuelles sont les plus sensibles; par exemple, l'*Aster Tripolium fasciatus* et l'*Œnothera Lamarckiana* fascié. Elles ne donnent de belles fasciations que sur les pieds bisannuels; on ne doit donc pas semer trop tôt, et il faut éliminer les plantes à tiges déjà développées à l'époque où on les met en place. Les tiges annuelles s'élargissent souvent à leur sommet, mais faiblement.

» En résumé : la plupart des races monstrueuses sont variables au plus haut degré, oscillant entre 0 et souvent 50-80 pour 100 d'individus-héritiers. Et en supposant que l'on sème les graines d'une race bien fixée, cette variabilité dépend presque tout à fait des conditions extérieures de la vie, surtout pendant le jeune âge. Plus ces conditions sont favorables, plus est grande la richesse de la culture des anomalies, et plus ces dernières sont bien développées. »

MINÉRALOGIE. — *Les roches volcaniques à leucite de Trébizonde.* Note de M. A. Lacroix, présentée par M. Fouqué.

« J'ai signalé, il y a quelques années, l'existence de roches leucitiques à Trébizonde; j'ai profité d'une mission en Orient (1896) pour étudier sur place ces curieuses roches volcaniques. Malheureusement, mon voyage, suivant de près les massacres d'Arménie, s'est ressenti de l'état politique du pays et j'ai dû limiter mes recherches aux alentours immédiats de la ville.

» Le Boz Tépeh, auquel est adossé Trébizonde, est constitué par des coulées et des bancs de tufs de *leucotéphrite;* des coulées de cette même roche sont arrivées jusqu'à la mer (sous le phare et dans le quartier de Pharos). La ville elle-même est en grande partie bâtie sur des tufs plus récents, sur des dykes et des coulées de *leucitites,* qui peuvent être étudiés sur le bord de la mer depuis la pointe de Gusel Seraï jusqu'à l'embouchure de la Tapahanas, à Sainte-Sophie, et dans les ruelles de la haute et de la basse ville.

» A l'est de Trébizonde, la pointe d'Eleusa est constituée par une *andésite à biotite,* qui est recouverte par le tuf de leucitite; je n'ai pu voir ses relations avec la leucotéphrite. Enfin, les tufs de leucitite renferment des blocs de trachyte à biotite, à haüyne, de rhyolites, de granite, qui n'existent pas en place dans la région que j'ai parcourue.

» Je n'ai vu nulle part ces roches volcaniques en contact avec des roches sédimentaires [1], j'ai seulement recueilli dans les tufs de leucitite et de leucotéphrite des blocs de calcaire à foraminifères qui, d'après la

---

(1) Je n'ai pu obtenir que quelques heures avant mon départ de Trébizonde l'autorisation d'aller, sous escorte, visiter le village de Platana, situé à 13^{km} environ à l'ouest de Trébizonde, où l'on m'avait signalé des calcaires; la route est taillée dans des tufs volcaniques et des roches à faciès basaltique. A Platana même, celles-ci, malgré leur ressemblance extérieure avec la roche de Sainte-Sophie, sont constituées par des basaltes feldspathiques sur lesquels reposent des calcaires oolithiques qui en renferment de nombreux galets. J'y ai recueilli quelques fossiles qui, d'après les déterminations qu'ont bien voulu en faire M. Gaudry et M. Boule, appartiennent probablement à l'oligocène [(*Cyrena semistriata* Desh.), empreintes de feuilles de Dicotylédones, vertèbres, côtes, omoplate d'un *Halitherium,* plus grand que l'*Halitherium Schinzi* et se rapprochant plus de cette forme oligocène que des *Metaxytherium* miocènes].

détermination de M. Schlumberger, appartiennent au crétacé supérieur.

» La leucitite forme, au sud de la vieille citadelle, une coulée qui s'est épanchée dans le lit de la Tapahanas, elle est donc postérieure au creusement des vallées.

» *Leucotéphrites.* — Ces roches, de couleur grise, âpres au toucher, sont riches en phénocristaux d'augite; ce sont des leucotéphrites augitiques, contenant parfois un peu d'haüyne; le feldspath n'existe qu'en microlites (oligoclase); la leucite est très abondante (coulée du port) ou rare (sommet du Boz Tépeh). La roche, de même que ses tufs, est imprégnée de christianite, Sur le revers est du Boz Tépeh, on trouve souvent des ségrégations basiques, extrêmement riches en augite, en biotite et apatite; il existe en outre de la haüyne, peut-être de la leucite (pseudomorphoses en christianite) et parfois un peu d'oligoclase en grands microlites.

» *Leucitites.* — Les roches les plus intéressantes de cette série sont les leucitites; la plupart de celles qui constituent les coulées et les dykes sont compactes, noires, à aspect de basalte; elles ne montrent, à l'œil nu, que de petits cristaux d'haüyne bleue, quelques grains d'augite et parfois (Hagios Andréas) de la biotite. Ce sont des *leucitites augitiques à haüyne et à pyroxène;* la leucite ne s'y présente qu'en globules, sans formes nettes, reconnaissables à leurs inclusions en couronnes; il existe toujours un peu de biotite résorbée. Dans le dyke d'Hagios Andréas, la haüyne et les larges lames de biotite sont extrêmement abondantes.

» Beaucoup plus variés sont les blocs englobés dans les tufs et la brèche; ce sont des leucitites à grands cristaux d'augite, atteignant 1^{cm}. Au microscope, on constate que ces roches contiennent en outre des phénocristaux de leucite, avec un peu de magnétite et du verre jaunâtre. D'assez nombreux échantillons renferment en outre des phénocristaux d'haüyne ou plus souvent d'olivine.

» *Tufs et brèches leucitiques.* — Il existe deux variétés dans ces tufs et brèches: dans l'une (*tuf palagonitique*), la pâte est constituée par de petits fragments ou des blocs de tachylite de leucitite à olivine; dans l'autre (*tuf pépérinique*), par des cendres et des débris de cristaux, accompagnés de blocs nombreux et variés (enclaves homœogènes et enallogènes). Dans le tuf palagonitique, le verre est gris brunâtre dans ses parties fraîches jaune vif dans les zones altérées. Chaque grain est cerclé d'une bande biréfringente; ce verre renferme quelques cristallites d'augite, de nombreux phénocristaux mesurables de leucite, d'olivine et d'augite qu'il est facile d'isoler; les cristaux d'augite sont souvent polysynthétiques et présentent

des phénomènes de torsion remarquables; les macles suivant $o^1(101)$ et $(\bar{1}23)$ sont très fréquentes.

» Ces éléments palagonitiques sont réunis par de la christianite et un peu de calcite.

» *Enclaves homœogènes.* — Les enclaves homœogènes sont extrêmement abondantes; dans le tuf du phare et dans celui de Polita, elles constituent, par places, plus de 30 pour 100 de la masse totale. Ce sont des agrégats holocristallins, à grands cristaux atteignant souvent plusieurs centimètres.

» Elles peuvent être rapportées à trois types; le premier est essentiellement caractérisé par la prédominance des minéraux colorés, augite ou biotite, auxquels sont associés en abondance de grands cristaux prismatiques d'apatite, de la haüyne incolore, parfois de la hornblende, de l'olivine. L'apparition de sanidine conduit au second type (*sanidinites*), dans lequel ce sont les éléments blancs et notamment la sanidine qui prédominent sur les éléments colorés; ceux-ci peuvent même disparaître presque complètement. Enfin, le dernier type, beaucoup moins abondant que les précédents, est caractérisé par la combinaison de plagioclases basiques et d'augite, avec ou sans biotite et apatite.

» *Enclaves enallogènes.* — Elles consistent en blocs d'andésites, de trachytes (renfermant quelquefois eux-mêmes des enclaves de leur sanidinite), de rhyolites, de granite et enfin de calcaires; les enclaves de granite m'ont seules présenté des phénomènes de fusion et de recristallisation de feldspaths, d'augite et de biotite.

» Ce rapide résumé montre que la région leucitique de Trébizonde présente une constitution minéralogique des plus remarquable : on y trouve réunis sur un petit espace des types variés de roches relativement peu communes et offrant des caractéristiques très particulières.

» Les tufs pépériniques sont à comparer à ceux de la Campagne romaine, ils renferment les mêmes enclaves homœogènes, à l'exclusion des types riches en leucite; ils ne contiennent, en outre, aucun de ces blocs qui, dans le Latium, doivent leur origine à des transformations de calcaires. Quant aux tufs palagonitiques de leucitite, ils n'ont guère leur équivalent qu'à Steffeln dans l'Eifel. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les lois régissant les macles proprement dites.* Note de M. **Fred. Wallerant**, présentée par M. Fouqué.

« Dans une Note précédente, j'ai montré qu'à côté des groupements de cristaux orientés symétriquement par rapport aux axes de symétrie du réseau déficients à la particule [1] s'en trouvaient d'autres dans lesquels le même rôle était joué par les axes de la particule complexe déficients au réseau. Je voudrais montrer aujourd'hui que, à une exception près, les macles proprement dites rentrent dans l'une des lois précédentes généralisées et étendues aux plans de symétrie.

» Jusqu'ici, en effet, on s'est uniquement préoccupé de poser des règles établissant les relations de position des deux cristaux maclés sans rechercher les conditions auxquelles doit satisfaire le plan de macle, et l'on séparait complètement les groupements autour des axes, des macles proprement dites. Je ne m'occuperai que des macles dites *par hémitropie normale*, les macles par hémitropie parallèle étant, en réalité, un groupement autour d'un axe binaire déficient soit du réseau, soit de la particule.

» Tout d'abord, dans un grand nombre de macles, il est de toute évidence que le plan de macle est un plan de symétrie du réseau déficient à la particule. Dans les deux cristaux, les réseaux sont par suite parallèles; mais, la particule complexe étant alors mériédrique, il y aurait plusieurs cas particuliers à considérer pour établir les relations d'orientation de ces particules dans les deux cristaux. Dans le cas le plus fréquemment réalisé, les particules complexes sont symétriquement orientées de chaque côté du plan de macle et les deux cristaux sont symétriques par rapport à ce plan.

» En second lieu, il est facile de voir que, si la particule fondamentale possède un plan de symétrie coïncidant avec un plan réticulaire, ce plan doit être un plan de macle. Si l'on considère, en effet, les particules fondamentales dont les centres de gravité coïncident avec les nœuds d'un plan réticulaire parallèle à leur plan de symétrie, elles exerceront, de part et d'autre de ce plan, des actions mécaniques symétriques. Par suite, dans la cristallisation sous l'influence de ces actions, les particules viendront se

---

[1] C'est-à-dire la molécule cristallographique, qu'il ne faut pas confondre avec la molécule chimique.

disposer suivant deux réseaux symétriques par rapport au plan et s'orienteront symétriquement. Quand ces particules fondamentales donnent naissance à des particules complexes holoédriques, celles-ci sont symétriquement orientées par rapport au plan; mais si ces dernières sont mériédriques, il y a lieu de considérer plusieurs cas secondaires.

» Le raisonnement que nous venons de faire, au sujet d'un plan de symétrie des particules fondamentales, peut être répété à propos d'un plan de symétrie d'un groupe de particules fondamentales, et, en particulier, au sujet d'un plan de symétrie de la particule complexe déficient au réseau. Mais, dans ce dernier cas, qui est le plus intéressant, les particules complexes, ayant un plan de symétrie parallèle au plan de macle, sont parallèles dans les deux cristaux.

» Bien entendu, dans toutes ces macles, les deux cristaux ne seront séparés par un plan qu'autant que celui-ci sera un plan de formation facile; dans le cas contraire, la surface de séparation sera quelconque. Je ferai, en outre, remarquer que, si la symétrie de la particule complexe est absolue, les particules n'auront aucune préférence à se disposer selon l'un ou l'autre des deux réseaux symétriques : la macle se répétera un grand nombre de fois et l'on aura des lamelles hémitropes. Si, au contraire, la symétrie n'est qu'approchée, l'une des orientations du réseau sera préférée, et la macle ne se produira que sous l'influence de forces extérieures, comme dans les expériences de M. Lehmann.

» Malheureusement, s'il nous est facile de déterminer les éléments de symétrie du réseau et, par suite, les éléments déficients à la particule, il n'en est plus de même des éléments de la particule complexe. On peut cependant trouver une confirmation des considérations précédentes dans ce fait que les plans de macles et axes de groupements, s'ils appartiennent tous à la particule complexe, doivent être les éléments de symétrie d'un même polyèdre et que, par suite, ils doivent satisfaire à certaines relations de position.

» Considérons, par exemple, les feldspaths : les plans p, $e^{\frac{1}{2}}$, g^1, $e'^{\frac{1}{2}}$ qui se coupent suivant la droite pg^1 font entre eux des angles sensiblement égaux à 45°; ils peuvent donc être considérés comme quatre plans de symétrie d'un polyèdre ayant la droite pg^1 comme axe quasi-quaternaire et possédant un axe quasi-binaire dans chacun des plans précédents. Si ce sont là les éléments de symétrie approchés de la particule complexe, les différents groupements des feldspaths doivent être en rapport avec ces éléments et, en effet :

» La macle de l'Albite est symétrique par rapport à g^1;

» La macle de Manebach est symétrique par rapport à p;

» La macle Baveno est symétrique par rapport à $e^{\frac{1}{2}}$;

» La macle Carlsbad est symétrique par rapport à l'axe quasi binaire situé dans g^1. La macle de la péricline se fait autour de l'axe quasi binaire situé dans p. La macle de l'Estérel se fait autour de pg^1 jouant le rôle d'axe quasi-binaire. Cette même droite joue le rôle d'axe quasi quaternaire dans des groupements de quatre cristaux décrits comme constitués par deux macles de Baveno ou une macle de l'Albite et une macle de Manebach.

» On voit donc que les groupements et macles des feldspaths ne sont pas indépendants les uns des autres, mais sont tous en relation avec les éléments de symétrie d'un même polyèdre.

» Il y a donc lieu de considérer deux catégories de groupements : ceux occasionnés par l'existence d'éléments de symétrie, axes ou plans, du réseau déficients à la particule complexe et dans lesquels les réseaux de tous les cristaux sont parallèles; ceux occasionnés par l'existence d'éléments de la particule fondamentale ou de la particule complexe déficients au réseau; dans ceux-ci les réseaux des différents cristaux sont symétriques et non plus parallèles.

» Malgré la généralité de ces lois, il existe un groupement faisant exception : il est occasionné par l'existence des axes ternaires qui, comme on le sait, jouent un rôle aberrant dans presque toutes les questions de cristallographie. Dans ce groupement les deux cristaux sont orientés à 180° autour de l'axe ternaire. En considérant la particule complexe comme constituée par trois particules fondamentales, on voit sans peine que sous l'influence des actions mécaniques exercées par les particules complexes d'un plan réticulaire, les particules du plan réticulaire limitrophe peuvent prendre deux positions d'équilibre à 180° l'une de l'autre; il en résulte deux cristaux séparés, tantôt par un plan, tantôt par une surface quelconque. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur les conditions culturales en Tunisie.* Note de M. J. **Dybowski**, présentée par M. P.-P. Dehérain.

« Les remarquables études de M. Dehérain ont montré toute l'importance qu'avaient, pour la culture des végétaux, les pratiques destinées à retenir l'eau dans le sol. L'eau est, en effet, le premier agent de fertilisation, puisque pas un des éléments qui concourent au développement des plantes

ne peut être utilisé par celles-ci, s'il ne se présente à l'état de dissolution.

» Si donc les phénomènes de l'évaporation de l'eau du sol présentent déjà une grande importance sous le climat de la France où les pluies se répartissent d'une façon presque uniforme pendant tous les mois de l'année, ils offrent un intérêt plus grand encore lorsqu'il s'agit des régions de l'Afrique du Nord. Là, par suite de la distribution spéciale des pluies et des fortes chaleurs de l'été, l'évaporation devient tellement active que toute végétation herbacée cesse et que seuls quelques végétaux spécialement constitués traversent victorieusement sans arrosage la période estivale.

» L'agriculteur se trouve donc en présence d'un problème qu'il importe de chercher à résoudre. Peut-il retenir l'eau contenue dans le sol et empêcher l'évaporation d'en réduire la proportion au-dessous du taux nécessaire à l'entretien de la vie des plantes?

» Des expériences régulièrement poursuivies pendant les années 1897 et 1898 nous ont montré que, lorsque le sol est abandonné à lui-même, il se dessèche tellement pendant l'été qu'aucune végétation herbacée ne peut à cette saison se maintenir à sa surface. Mais, si des opérations culturales ayant pour action d'ameublir le sol sont régulièrement faites, cette évaporation diminue dans des proportions sensibles et l'humidité devient suffisante pour le maintien de la vie des plantes. Les moyennes obtenues après dix-sept mois d'observations constantes sont les suivantes :

Terre non binée.		*Terre binée.*	
Échantillons pris à la surface....	8,50	Échantillons pris à la surface....	10,65
Échantillons pris à $0^m,50$.......	10,45	Échantillons pris à $0^m,50$.......	13,67

» Si, au contraire, on ne prend que les cinq mois d'été (de mai à septembre) des années 1897 et 1898 on obtient des résultats bien plus nets encore, qui montrent que, si les végétaux ne peuvent dans les conditions normales trouver la quantité d'eau nécessaire pour vivre, cette quantité devient suffisante pour permettre leur existence quand les binages sont régulièrement exécutés.

Terre non binée.		*Terre binée.*	
Échantillons pris à la surface......	4,8	Échantillons pris à la surface....	6,6
Échantillons pris à $0^m,50$.........	8,2	Échantillons pris à $0^m,50$.......	12,2

» Il est utile de faire remarquer que, bien que la dessiccation soit aussi complète en été, la quantité d'eau totale tombée dans le nord de la Tu-

nisie est sensiblement égale à celle que reçoit le sol des environs de Paris.

Répartition des pluies (année moyenne) en millimètres.

	Déc.	Janv.	Fév.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Moy. ann.
Paris (d'après Marié-Davy).	40mm	32mm	30mm	30mm	34mm	52mm	50mm	40mm	45mm	46mm	46mm	43mm	488mm
Tunis (moy. de 10 années)...	64,1	74,8	64,9	77,8	48,6	18,5	4,3	11,7	10,9	26,1	36,4	57,7	496

» La répartition des chutes d'eau est donc toute différente. Plus fortes pendant l'hiver, elles deviennent presque nulles en été. On constate que, si cette répartition est peu favorable à la végétation arbustive, elle est par contre des plus utiles à la végétation des plantes herbacées telles que les céréales. Si, en effet, l'eau qui tombe en France, au printemps, a une utilité très grande, son action est plus faible pendant l'hiver, alors qu'elle sature le sol et fait jaunir les céréales. Elle devient tout à fait nuisible quand elle tombe au moment de la maturation des grains ou pendant la moisson.

» Dans l'Afrique du Nord il en va tout autrement, toute chute d'eau peut être rangée dans la catégorie des pluies utiles; car celles-ci ont toujours lieu pendant la période de développement des céréales. On constate, en effet, que toutes les fois que l'on substitue aux primitives méthodes arabes les procédés perfectionnés de la culture française, on obtient des rendements qui peuvent atteindre ou même dépasser ceux que produisent les cultures analogues en France. »

M. **Ch. Degagny** adresse une Note « Sur les variations de longueur du fuseau chez le Lis martagon et la Fritillaire ».

La séance est levée à 4 heures et demie.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 2 JANVIER 1899.

(*Suite.*)

L'Intermédiaire des Biologistes et des Médecins. Directeur : Dr HALLION. Paris, 1899; 1 fasc. in-8°.

Annales de l'Institut Pasteur, publiées par M. DUCLAUX, Membre de l'Institut de France. Tome XII. Paris, G. Masson et Cie, 1899; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine, publié par MM. BERGERON, Secrétaire perpétuel et E. VALLIN, Secrétaire annuel. Paris, G. Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Annales des Ponts et Chaussées, 7e série, IIe Partie. Paris, Ch. Dunod; 1 fasc. in-8°.

Mémoires de la Société de Spéléologie, par M. ARMAND JANET. Tome III. Paris, 1898; 1 fasc. in-8°.

Revue générale de Botanique, par M. G. BONNIER, Membre de l'Institut. Tome X. Paris, Dupont, 1898; 1 fasc. in-8°.

Bulletin officiel de la Propriété industrielle et commerciale. N° 777. Paris, 1898; 1 fasc. in-4°.

Archives des Sciences physiques et naturelles. Tome VI, n° 12. Paris, G. Masson et Cie, 1898; 1 broch. in-8°.

Revue scientifique du Bourbonnais et du centre de la France, sous la direction de M. ERNEST OLIVIER. N° 132. Moulins, 1898; 1 fasc. in-8°.

Revue pratique des travaux de Médecine (*l'Abeille médicale*). Tome LV. Paris, 1898; 1 fasc. in-4°.

Revue générale des Sciences pures et appliquées. Directeur : LOUIS OLIVIER. N° 24. Paris, 1898; 1 fasc. in-4°.

Le Progrès médical, 3e série. Tome VIII, n° 53. 1 fasc. in-4°.

Conspectul florei romaniei, de Doctorul D. GRECESCU. Bucuresti, Dreptatea, 1898; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)



COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 JANVIER 1899,

PRÉSIDENCE DE M. VAN TIEGHEM.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Le Centenaire de l'Académie impériale militaire de Médecine de Saint-Pétersbourg; par M. d'Arsonval.

« L'Académie m'ayant fait l'honneur de me désigner pour la représenter aux fêtes du Centenaire qui avaient lieu à Saint-Pétersbourg, je viens aujourd'hui lui rendre compte de ma mission.

» Ces fêtes ont eu un éclat qu'expliquent l'importance de l'Académie de Médecine de Saint-Pétersbourg et le haut patronage sous lequel elle est placée : celui de l'Empereur, qui en est le Président d'honneur.

» Cette circonstance explique également le nombre considérable des délégations (plus de deux cent cinquante) envoyées à Saint-Pétersbourg par les Corps savants du monde entier.

» Les Membres de l'Académie de Saint-Pétersbourg ont tenu, Messieurs, à ce que votre Délégué, qui représentait aussi le Collège de France, figurât au premier rang dans toutes ces cérémonies. Il a été particulièrement touché du chaleureux accueil qui lui a été fait et il est heureux d'en reporter sur vous tout l'honneur.

» Au début de la cérémonie du 30 décembre, il a lu l'Adresse suivante au nom de l'Institut, du Collège de France et de la Société de Biologie :

« Altesses Impériales; Excellence; Messieurs de l'Académie,

» La Science française ne pouvait rester indifférente à l'invitation que lui adressait en ce jour l'Académie Impériale militaire de Médecine de Saint-Pétersbourg.

» Pour vous prouver en quelle haute estime nous tenons, en France, et votre enseignement et les Membres de votre Académie, nos Corps savants les plus éminents, les plus célèbres de nos établissements d'enseignement supérieur ont tenu à honneur de répondre à votre appel.

» Le Ministre de l'Instruction publique nous a spécialement délégués à cet effet, mon collègue le professeur Landouzy et moi.

» En ce qui me concerne, j'ai la mission glorieuse de vous saluer au nom du premier de nos Corps savants : l'Académie des Sciences de l'Institut de France; au nom du plus célèbre de nos établissements d'enseignement supérieur : du Collège de France, vieux de plus de quatre cents ans; au nom de tous les biologistes français, que groupe notre toujours jeune et florissante Société de Biologie.

» Enfin, Messieurs, je vous apporte tout particulièrement l'hommage de ma chaire de Médecine du Collège de France.

» Permettez-moi, en terminant, de placer nos vœux communs sous le patronage d'un nom illustre, cher à votre Académie comme il l'est à la France, sous le patronage de mon maître Claude Bernard, qui personnifia pour vous l'Institut, le Collège de France et la Société de Biologie.

» J'ai eu l'honneur de voir autour de lui, au Collège de France, les plus illustres d'entre vous : Pirogoff, Botkine, Setschnow, etc. Ces relations entre le Collège de France et votre Académie n'ont point cessé. J'ai été particulièrement heureux, en arrivant ici, d'entendre votre représentant, le savant Egoroff, s'intituler avec fierté élève du Collège de France. La cérémonie d'aujourd'hui ne fera que resserrer ces liens, *basés sur un idéal et un but communs : guerre à l'ignorance et à la maladie*.

» Au nom de l'Institut de France; au nom du Collège de France; au nom de la Société de Biologie, salut, gloire et prospérité à l'Académie Impériale militaire de Médecine de Saint-Pétersbourg. »

» Cette imposante cérémonie, à laquelle assistaient les Grands-Ducs, était présidée par le Ministre de la Guerre.

A l'occasion des fêtes du Centenaire, ont été nommés Membres d'honneur de l'Académie Impériale militaire de Médecine de Saint-Pétersbourg ceux de nos Confrères dont les noms suivent (par ordre alphabétique) :

d'Arsonval, Berthelot, Bouchard, Brouardel, Duclaux, Guyon, Lannelongue, Marey, Ranvier.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la marche générale de la végétation : plante développée à l'ombre et au soleil; regain;* par M. Berthelot.

« En poursuivant mes recherches sur la marche générale de la végétation, j'ai obtenu les résultats suivants par l'analyse d'une espèce de Graminée, non cultivée, qui a été examinée dans les trois conditions suivantes :

» *Cynosurus cristatus* (Cretelle vulgaire).

» I. Plante développée dans une prairie naturelle, exposée au soleil; récoltée le 28 mai 1898.

» II. Plante développée dans le même sol, à l'ombre d'une charmille qui la protégeait en tout temps contre l'action directe des rayons solaires; même date.

» III. Plante développée au soleil, fauchée le 3 juin; regain le 6 août.

» Le poids moyen du pied a été déterminé seulement pour l'échantillon III. Un pied pesait : humide, $1^{gr},233$; sec, $0^{gr},386$.

» Sur 100^{gr}, à l'état naturel, on a trouvé :

	Matière sèche.	Eau.
I (soleil)	27,4	72,6
II (ombre)	22,1	77,9
III (regain)	31,3	68,7

» Ainsi la plante développée à l'ombre contient plus d'eau, comme on

devait s'y attendre. Il y a peu de différence entre la récolte de regain et la première récolte, toutes deux obtenues au soleil.

» Voici maintenant la proportion relative des différentes parties de la plante, en centièmes :

État sec.

	I (soleil).	II (ombre).	III (regain).
Racines	29,7	14,4	29,9
Tiges	19,9	37,7	23,4
Feuilles vertes	19,9	34,25	24,7
Feuilles sèches	15,7	13,7	0
Épis	14,7	0	21,9

» Le poids relatif des racines est le même dans les deux récoltes successives au soleil; tandis qu'il est réduit à moitié dans la plante développée à l'ombre.

» La presque identité du poids relatif des racines, pour les deux récoltes successives au soleil, mérite d'être remarquée dans une plante annuelle, telle que le *Cynosurus;* d'autant plus qu'elle contraste avec la variation de ce même poids relatif des racines, pour les deux récoltes successives d'une plante vivace, telle que la luzerne. En effet, d'après mes anciennes expériences sur cette plante, le 21 juin 1883, les racines formaient les 15,7 centièmes du poids sec du végétal; tandis qu'au moment du regain, le 30 octobre, leur proportion relative s'est élevée aux 47,2 centièmes (1). Cet accroissement coïncide avec le rôle des racines de luzerne, qui assurent la permanence de la plante d'une année à l'autre.

» Mais revenons au *Cynosurus*.

» Pour les tiges, le poids relatif est aussi à peu près le même dans les deux récoltes successives au soleil (avec faible excès dans le regain); tandis qu'il n'y est guère que la moitié du poids de la même portion de l'organisme total, dans la plante développée à l'ombre.

» Le poids des feuilles développées à l'ombre l'emporte également, étant presque double pour les feuilles vertes; mais l'excès est moindre, si l'on tient compte des feuilles sèches. Quant au regain, lequel n'a pas fourni de

(1) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. V, p. 451;

feuilles sèches, le poids des feuilles vertes y surpasse à peine celui de la première récolte; il est, par conséquent, fort inférieur à celui de la plante à l'ombre.

» En compensation, le poids des épis était supérieur de moitié dans le regain, comparé à la première récolte, aux époques de ces analyses; tandis que la plante développée à l'ombre n'était pas encore parvenue au degré d'évolution qui produit les épis, au moment où on l'a recueillie. Ainsi sa végétation était plus lente que celle de la plante au soleil : fait facile à prévoir.

» De là résulte une conséquence nouvelle. Si l'on veut comparer plus sûrement les diverses récoltes de la même plante, on doit faire la somme des parties vertes; c'est-à-dire, d'une part, ajouter ensemble les poids des feuilles, tiges et épis (soleil); d'autre part, ajouter les feuilles et tiges sans épis (ombre); on trouve ainsi :

I.	76,3
II.	85,6
III	70,1

» Ici encore la plante développée à l'ombre l'emporte sur les deux autres, qui fournissent d'ailleurs des valeurs à peu près identiques.

» En somme, la plante semble mieux nourrie à l'ombre; mais cette vigueur apparente tient à un retard dans l'exercice des fonctions de reproduction.

» Poursuivons ces comparaisons, en les faisant porter sur l'état d'hydratation des différentes parties de la plante.

» Voilà la proportion d'eau observée, sur 100 parties de chaque portion de la plante :

	I (soleil).	II (ombre).	III (regain).
Racines	76,4	80,4	70,8
Tiges	78,9	68,5	70,4
Feuilles vertes	70,0	81,6	69,4
Feuilles sèches	52,6	60,0	Nulles.
Épis	71,4	Nuls.	61,0

» La plante développée à l'ombre est la plus hydratée : dans chacune de ses parties, sans exception, et par conséquent dans sa totalité, comme

il a été dit plus haut. Le regain, au contraire, a fourni partout le minimum d'eau : observation qui s'applique aussi à la luzerne, quoique avec de moindres écarts (1). Cet excès d'eau, dans la plante développée à l'ombre, correspond avec un meilleur état de circulation des humeurs et, par suite, de nutrition.

» Examinons maintenant de plus près la répartition générale des éléments, en composés organiques et composés minéraux (cendres), dans les trois récoltes qui font l'objet de notre étude.

» Soit d'abord la plante, prise dans son ensemble :

	I (soleil).		II (ombre).		III (regain).	
Cendres	13,2		16,8		10,7	
Silice		(8,7)		(7,8)		(5,2)
Carbone	42,7		40,3		41,3	
Hydrogène	5,0		5,1		5,2	
Azote	1,34		1,2		1,3	
Phosphore	0,48		0,65		0,31	
Soufre	0,36		0,95		0,33	
Oxygène organique, environ	36,0		35,0		40,9	

» Les cendres sont maximum à l'ombre, minimum dans le regain. De même la silice. Le résultat relatif au regain répond à ce fait, que l'absorption des matières minérales, empruntées au sol, a eu lieu avec moins de rapidité que la formation des matières hydrocarbonées, pendant la durée du second développement de la plante (regain), que pendant celle du premier.

» Aussi la proportion relative des principes hydrocarbonés, complémentaires des cendres, est-elle maximum dans le regain, minimum à l'ombre.

» Occupons-nous surtout de ce dernier ordre de principes.

» La richesse de la plante en carbone est maximum dans le végétal développé au soleil, minimum dans le regain : ce qui tient à ce que la matière de ce dernier est plus riche en produits oxygénés; on va revenir sur ce point. A la vérité, entre la plante développée au soleil et la plante développée à l'ombre la différence relative du carbone diminuerait, si

(1) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. V, p. 451.

l'on déduisait les cendres dans le calcul. Cependant la plante développée au soleil demeure, dans tous les cas, la plus riche en carbone.

» Le phosphore et le soufre sont au contraire maximum dans la plante développée à l'ombre; tandis que les deux récoltes faites au soleil fournissent des chiffres voisins entre eux.

» L'azote est à peu près le même dans les trois échantillons; il répond à 8 centièmes ou 8,5 environ d'albuminoïdes : soit un douzième, lequel contient 4 parties de carbone et 2 d'oxygène, en nombres ronds.

» En déduisant ces valeurs, on aurait pour le carbone et l'oxygène [1] des produits organiques :

	I soleil).	II (ombre).	III (regain).
Carbone..............	38,5	36,3	37,2
Oxygène..............	34	33,0	38,8

» Rapports atomiques C:O :

I.	II.	III.
6:3,9	6:4,2	6:4,7

» Si l'on observe que, dans la cellulose et ses isomères, le rapport du carbone à l'oxygène est 6:5, on voit que la plante renferme, dans tous les cas, des principes moins oxydés que les hydrates de carbone (tels que vasculose, matières subéreuses et résineuses, etc.) : la dose de semblables principes est maximum dans la plante tout d'abord développée au soleil. Au contraire, dans le regain, la prépondérance des hydrates de carbone est plus marquée.

» Comparons enfin, pour mieux marquer l'influence de la vie, la composition des feuilles vertes et des feuilles sèches, obtenues sur un même pied, dans une même récolte, à la même époque, au soleil et à l'ombre.

---

(1) L'évaluation de l'oxygène ne saurait être qu'approximative, parce qu'on ne peut guère calculer la dose exacte des acides sulfurique et phosphorique, combinés à l'état de sels conjugués dans les plantes. D'autre part, l'hydrogène n'est pas connu par ces analyses avec le degré de précision extrême, qui serait nécessaire pour pouvoir définir la cause exacte de ses variations.

Feuilles.

	I. Soleil.		II. Ombre.	
	Feuilles vertes.	Feuilles sèches.	Feuilles vertes.	Feuilles sèches.
Cendres	13,1	19,6	14,3	21,6
Silice	(5,9)	(13,3)	(4,7)	(18,0)
Carbone	43,6	41,1	41,7	37,6
Hydrogène	5,2	5,1	5,1	5,2
Azote	2,3	1,07	3,1	1,4
Oxygène organique, environ	35,3	23,8	35,4	28,1

» La dessiccation, ou plus exactement, la marcescence des feuilles a eu pour effet d'amener la destruction, par oxydation, d'une dose considérable de matière organique, et, par conséquent, l'enrichissement du résidu en cendres. Dans les produits organiques qui subsistent, le rapport atomique du carbone à l'oxygène s'est accru; sans doute en raison de l'élimination partielle de ce dernier sous forme d'acide carbonique, c'est-à-dire conformément aux expériences que nous avons faites, M. André et moi, sur la décomposition des feuilles en vases clos (¹). L'azote a diminué de moitié dans les feuilles sèches; probablement en raison de son élimination à l'état d'ammoniaque, ou de matière soluble entraînée par les pluies.

» Le rapport atomique du carbone à l'oxygène (en déduisant préalablement les albuminoïdes), C : O, est le suivant :

Feuilles vertes.		Feuilles sèches.	
I... 6 : 3,9	II... 6 : 4,3	I... 6 : 3,7	II... 6 : 3,5

» Ce rapport pour les celluloses étant 6 : 5, on voit d'abord que les feuilles vertes renferment des principes moins oxygénés, en dose notable; on voit, en outre, que les principes restés dans les feuilles sèches sont encore moins oxygénés que dans les feuilles vertes : ce qui correspond avec un départ d'oxygène accompli sous la forme d'acide carbonique. »

(¹) *Annales de Physique et de Chimie*, 7ᵉ série, t. II, p. 293.

PHYSIQUE. — *Sur la dispersion anomale de la vapeur de sodium incandescente, et sur quelques conséquences de ce phénomène.* Note de M. **Henri Becquerel.**

« Dans une récente Communication à l'Académie ([1]) j'ai décrit une expérience qui met en évidence la dispersion anomale considérable de la vapeur de sodium incandescente, pour les radiations voisines de celles des raies D_1 et D_2. L'existence d'une dispersion anomale dans la flamme du sodium avait été indiquée par Kundt ([2]), qui, en projetant sur un écran l'expérience du renversement des raies au travers de la flamme conique d'un brûleur Bunsen, avait reconnu une légère inflexion des bords du spectre de part et d'autre de la large bande où se confondaient les raies D_1 et D_2. Cette expérience fut perfectionnée plus tard par M. Winkelman ([3]); mais ces auteurs se sont bornés à signaler le fait de la dispersion anomale, et il ne semble pas qu'ils aient vu la dispersion entre les raies D, ni les différences que l'on observe dans le voisinage de chacune de ces raies.

» Les courbes que donne l'expérience que j'ai réalisée m'ont permis d'étudier les variations des indices de réfraction de la vapeur de sodium dans cette région du spectre si profondément troublée par l'absorption. Les résultats de cette étude m'ont conduit à diverses conclusions, parmi lesquelles je citerai aujourd'hui : 1° la superposition de deux dispersions anomales différentes dues à chacune des raies D_1 et D_2; 2° la constatation et la mesure d'indices de réfraction inférieurs à l'unité; 3° l'explication d'une expérience de M. Voigt, conséquence immédiate de l'existence simultanée de la dispersion anomale et du phénomène de Zeeman.

» 1° *Étude des courbes dues à la dispersion anomale dans le voisinage des raies* D_1 *et* D_2. — Je ne reviendrai pas sur la description de l'expérience que j'ai rappelée plus haut; les courbes que donne la dispersion anomale ont été photographiées, et c'est sur les clichés que les mesures ont été prises. Quelle que soit la perfection avec laquelle on réalise la mise au point, la nécessité de limiter par une fente horizontale de 2^{mm} environ le faisceau

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 899, 5 décembre 1898.
([2]) *Ann. der Physik und Chemie*, t. X, p. 321; 1880.
([3]) *Wiedemann Ann.*, t. XXXII, p. 439; 1887.

qui traverse la flamme prismatique, près de l'arête, introduit un effet de diffraction, qui enlève aux courbes un peu de leur netteté et rend parfois les mesures précises très difficiles. Cependant, en ayant soin de photographier sur la même épreuve le spectre dévié et le spectre non dévié, et en ajoutant comme repère la trace d'un fil tendu horizontalement sur la fente verticale, on peut obtenir des résultats assez nets. Les nombres suivants sont relatifs à une épreuve obtenue avec le troisième spectre du réseau, en concentrant sur la fente verticale les rayons déviés par la flamme, avec une lentille de 900^{mm} de distance focale. Les nombres sont évalués en tours de vis du micromètre, dont les pas équivalent environ à $0^{mm},25$ pour les déviations verticales, et à $0^{mm},313$ pour les déviations horizontales.

» (Les x sont comptés positivement dans le spectre du rouge au violet.)

x. (Distances à la raie D_1).	y.	x. (Distances à la raie D_1).	y.
−6,32	1,58	2,61	3,12
−2,44	3,95	2,84	3,95
−1,71	5,54	3,25	5,63
−1,57	5,72	3,47	7,41
−1,21	7,41	3,67	8,99
−1,01	8,99	3,79	11,26
−0,87	11,26	3,82	12,95
0,00	D_1	4,86	D_2
0,72	−5,70	(Distances à D_2).	
0,82	−4,59	1,45	−11,43
0,91	−3,35	1,79	− 9,25
0,97	−2,92	2,76	− 5,70
1,19	−1,74	3,95	− 4,44
1,62	−0,00	6,42	− 2,92
2,13	+1,64	12,57	− 1,69

» Les courbes représentées par ces nombres se composent de deux branches hyperboliques de part et d'autre de D_1 et D_2, et entre ces deux lignes d'une courbe présentent un point d'inflexion ; ces branches paraissent avoir pour asymptotes les lignes D_1 et D_2, et ce caractère s'est maintenu, quelque grandeur que l'on ait pu obtenir pour les déviations verticales. La dissymétrie que présentent ces courbes montre qu'elles sont le résultat de la superposition de deux effets, l'un relatif au voisinage de D_1, l'autre relatif au voisinage de D_2. A l'extérieur des deux raies, ces effets s'ajoutent, tandis qu'entre les raies D_1 et D_2 ils se retranchent, l'un de l'autre, et arrivent même à annuler la déviation pour une longueur d'onde

déterminée. Comme près des raies D_1 et D_2 et à l'extérieur de celles-ci les courbes ont approximativement la forme d'une hyperbole, on peut admettre que les déviations voisines de D seraient représentées par $y_1 = \frac{K_1}{x}$, si D_1 était seul; de même près de D_2 on aurait $y_2 = \frac{K_2}{x}$, et en superposant les deux effets, l'on peut écrire, en désignant par a la distance $D_1 D_2 = 4^t,86$, et en comptant toutes les abscisses à partir de D_1,

$$y = \frac{K_1}{x} + \frac{K_2}{x-a},$$

formule qui représente approximativement les nombres ci-dessus en faisant $K_1 = 7$ et $K_2 = 14$. On voit que, pour $y = 0$, on a $\frac{K_2}{K_1} = \frac{a-x}{x}$. En faisant $x = 1,62$, on trouve ce rapport égal à 2. Ainsi l'effet dû à D_2 serait le double de celui de D_1.

» La superposition de ces deux phénomènes, qui est surtout sensible entre les raies D_1 et D_2, détermine dans cet intervalle une variation extraordinairement rapide des indices de réfraction quand la longueur d'onde varie. On voit aussi que les déviations négatives près de D_1 doivent être plus petites que les déviations négatives à l'extérieur de D_2. Les indices de réfraction correspondant aux déviations négatives sont plus petits que ceux des gaz du brûleur, et ils vont rapidement en décroissant jusqu'à devenir nettement plus petits que l'unité.

» 2° *Mesure de la grandeur des indices de réfraction.* — On a vérifié que les déviations verticales relevées sur les clichés étaient égales aux déviations produites sur la fente verticale au foyer de la lentille projetante; la connaissance de ces déviations et de la distance focale de la lentille donne donc la déviation Δ; l'angle A du prisme est difficile à connaître, mais près de l'arête de la gouttière de platine la flamme est sensiblement parallèle aux faces de cette gouttière et l'on peut prendre l'angle de ces faces pour mesure approchée de l'angle du prisme. Dans la plupart des expériences, A était compris entre 135° et 120°. L'indice de réfraction correspondant à une déviation Δ est donné par la formule $\frac{n}{n_a} = 1 \pm \frac{\Delta}{2} \cot \frac{A}{2}$, n_a désignant l'indice des gaz de la flamme qui enveloppent le prisme de vapeur de sodium. n_a est voisin de l'indice de l'air, et, les gaz étant à une température élevée, n_a peut être évalué environ à 1,0001.

» Lorsque, dans le spectre, on s'approche de chacune des raies D_1 ou D_2 en allant du rouge au bleu, on reconnaît que les indices vont rapi-

dement en augmentant, jusqu'à atteindre des valeurs égales à $n_a \times 1,0009$. On sait que, pour l'air, $n_D = 1,0002922$.

» Il a paru surtout intéressant de déterminer les indices correspondant aux plus grandes déviations négatives observées. Dans la plupart des bonnes épreuves les pointes déviées à l'extérieur de la raie D_2 donnaient une déviation de 0,0044 à 0,0047. Cette dernière détermination $\Delta = 0,0047$ a été faite avec un soin particulier sur une épreuve obtenue avec le deuxième spectre, et très intense. Elle correspond à $\Delta = 16'10''$ environ; l'angle du prisme était de 120°. On en déduit

$$n = n_a(1 - 0,00135) = n_a \times 0,99865;$$

et comme n_a est certainement inférieur à 1,0002, on voit que l'indice calculé est nettement inférieur à l'unité. Ainsi, pour les radiations très voisines de D_1 ou de D_2 mais dont les vibrations sont un peu plus rapides, la vitesse de propagation est plus grande que la vitesse de propagation dans le vide. Il importe d'observer que, pour les régions du spectre où ces phénomènes se produisent, la vapeur absorbante émet elle-même des radiations de même longueur d'onde; le spectre de la flamme montre des bandes diffuses lumineuses au milieu desquelles les raies D_1 et D_2 apparaissent renversées, et il ne paraît pas douteux que cet état particulier de mouvement, qui comprend non seulement les mouvements D_1 et D_2, mais encore des mouvements de périodes voisines, et d'une amplitude comparable à celle des mouvements lumineux transmis, ne soit la cause des perturbations profondes apportées à la vitesse de propagation des radiations vibrant synchroniquement avec les mouvements de la flamme.

» Cet exemple d'indices de réfraction inférieurs à l'unité n'est pas le seul que l'on connaisse. Kundt [1] a montré, par des expériences directes, que l'argent, l'or et le cuivre à l'état métallique présentaient des indices de réfraction plus petits que l'unité, résultats qui s'accordent avec les nombres qui ont pu être déduits des expériences faites sur la réflexion métallique.

» Il convient d'ajouter encore que la considération de l'intervention des mouvements moléculaires des corps absorbants, sur les mouvements lumineux qu'ils transmettent, a permis à Helmholtz et à Lord Kelvin d'établir une théorie de la dispersion anomale qui paraît satisfaire aux expériences.

---

[1] *Journal de Physique*, 2e série, t. VII, p. 256.

» L'expression à laquelle conduit cette théorie pour représenter l'indice de réfraction en fonction de la longueur d'onde,

$$n^2 = A + B\lambda^2 + C\frac{\lambda^4}{\lambda_1^2 - \lambda^2} + D\frac{\lambda^4}{\lambda_2^2 - \lambda^2} + \ldots,$$

dans le cas de petites variations de λ, et de n voisin de 1, se réduirait sensiblement à

$$n = M + \frac{N}{\lambda_1 - \lambda} + \frac{P}{\lambda_2 - \lambda},$$

expression équivalant à celle qui a été donnée plus haut.

» 3° *Expérience de M. Voigt.* — A la suite de considérations théoriques sur le phénomène de Zeeman, M. Voigt (1) est arrivé à prévoir qu'une flamme de sodium, placée dans un champ magnétique et traversée par un faisceau lumineux polarisé, devait présenter dans une direction perpendiculaire au champ magnétique une biréfringence analogue à celle d'une lame cristalline. L'auteur a réussi à mettre en évidence ce phénomène en projetant la lumière polarisée à 45° du champ, sur un compensateur de Babinet, placé sur la fente d'un spectroscope, de manière que les franges fussent perpendiculaires à la fente. Le spectre vu au travers d'un nicol présente des bandes horizontales sombres, perpendiculaires aux raies D_1 et D_2, et ces bandes se déforment quand on produit le champ magnétique.

» Suivant la demande que m'en a faite M. Voigt, j'ai répété cette belle expérience, et j'ai reconnu facilement que les bandes horizontales se déforment de manière à figurer des courbes qui affectent une allure analogue à celle des courbes de la dispersion anomale. Dès que j'ai eu connaissance de cette expérience, il m'a paru évident que ce phénomène devait être une conséquence de la superposition du phénomène de Zeeman et de la dispersion anomale; l'expérience a confirmé cette prévision.

» J'ai d'abord cherché à manifester l'action d'un champ magnétique sur la réfraction anomale au travers de la vapeur de sodium; une flamme prismatique a été disposée entre les pôles d'un électro-aimant, et les courbes de dispersion anomale ont été produites comme je l'ai indiqué précédemment; un rhomboèdre de spath placé en avant de la fente donnait deux images correspondant, l'une aux vibrations parallèles au champ, l'autre aux vibrations perpendiculaires. En excitant l'électro-aimant, j'ai

(1) *Nachrichten der K. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen;* 26 novembre 1898.

vu les raies D_1 et D_2 se dédoubler inégalement dans les deux images, conformément au phénomène de Zeeman, et, en même temps, les courbes de dispersion anomale suivre ce mouvement de déplacement, de telle sorte que les branches hyperboliques extérieures au groupe $D_1 D_2$ s'écartaient l'une de l'autre et les branches intérieures se rapprochaient, l'effet étant, pour les vibrations perpendiculaires au champ, environ le double de ce qu'il était pour les vibrations parallèles.

» Le dédoublement était trop faible pour permettre de reconnaître ce qui se passe entre les raies de chaque doublet; d'après l'effet de superposition observé entre D_1 et D_2, il paraît probable qu'entre chaque doublet la courbe de dispersion affecte une allure analogue et se réduit presque à une droite à peu près verticale.

» Ce décalage inégal des courbes, dans les deux images, montre que, pour une même longueur d'onde, les vibrations parallèles au champ et les vibrations perpendiculaires n'ont plus le même indice de réfraction et que par conséquent la flamme doit être biréfringente.

» Il est du reste facile de prévoir la forme des courbes obtenues dans l'expérience de M. Voigt, les déplacements verticaux des courbes du compensateur étant proportionnels aux différences de marche des rayons, c'est-à-dire aux différences des ordonnées des courbes de dispersion anomale.

» Si l'on désigne par 2α la différence d'écartement des doublets pour la raie D_1 dans le spectre des vibrations perpendiculaires au champ et, dans le spectre des vibrations parallèles, par 2β la différence analogue relative à D_2, il est facile de voir que les différences des ordonnées des deux courbes $y_1 - y_2 = z$ sont données par les expressions suivantes :

$$z = \frac{K_1 \alpha}{x^2} + \frac{K_2 \beta}{(x-a)^2} \qquad x < 0 \text{ du côté le moins réfrangible de } D_1$$

$$z = \frac{K_1 \alpha}{x^2} - \frac{K_2 \beta}{(a-x)^2} \qquad \text{entre les raies } D_1 \text{ et } D_2$$

$$-z = \frac{K_1 \alpha}{x^2} + \frac{K_2 \beta}{(x-a)^2} \qquad \text{du côté le plus réfrangible de } D_2.$$

» La vibration perpendiculaire au champ est retardée du côté le moins réfrangible de D_1, tandis que de l'autre côté de D_2 le retard le plus grand est subi par les vibrations parallèles au champ. L'allure des courbes z est la même que celle des courbes y, mais la variation $\frac{dz}{dx}$ est bien plus rapide, ce qui explique la grande inclinaison des bandes sombres que l'on observe entre D_1 et D_2 dans l'expérience de M. Voigt.

» En résumé, on voit comment le phénomène de la dispersion anomale de la vapeur de sodium rend compte de la belle expérience de M. Voigt, en la rattachant au phénomène de Zeeman, de même que cette dispersion avait permis d'expliquer l'expérience de MM. Macaluso et Corbino, en la rattachant aux lois de la polarisation rotatoire magnétique. »

CHIRURGIE. — *Sur le traitement des tuberculomes (abcès tuberculeux) symptomatiques ou non d'une altération des os.* Note de M. **Lannelongue.**

« Si les abcès tuberculeux symptomatiques ou non d'une lésion ostéo-articulaire guérissent spontanément quelquefois, le fait n'en reste pas moins exceptionnel et, comme les dangers d'une infection nouvelle de voisinage ou éloignée sont toujours menaçants, une indication s'impose : celle d'intervenir. On doit ne pas attendre, l'inaction est blâmable; l'intervention précoce, au contraire, montre les choses localement moins avancées et s'adresse à un sujet plus résistant.

» A l'heure actuelle, deux méthodes sont presque exclusivement en présence : l'*extirpation* et la méthode des *injections modificatrices successives*.

» Avant de donner les résultats obtenus par moi par l'application de l'une ou l'autre de ces méthodes, qu'il me soit permis de résumer, en quelques lignes, les considérations qui, à mon sens, doivent guider dans le choix de chacune d'elles.

» L'extirpation, et sous ce nom j'entends l'ablation au bistouri de toute la tumeur, contenant et contenu, serait incontestablement la méthode idéale, si l'on pouvait enlever, sans l'ouvrir, la totalité du tuberculome en passant en plein tissu sain. Comprise ainsi, elle ne peut convenir qu'aux tuberculomes suppurés de petit volume et bien circonscrits.

» Si la poche est d'un certain volume ou profondément placée, elle sera presque toujours ouverte pendant la dissection. Le procédé opératoire doit être modifié alors; on videra entièrement le contenu en ne prolongeant pas son contact avec les tissus sains et l'on procédera au curettage de la paroi. Cette seconde manière de faire ne vaut pas la première parce qu'elle fait courir un double risque : celui de ne pas tout enlever, de laisser une partie parfois très exiguë du foyer virulent, et celui d'exposer à une infection générale par l'introduction des bacilles dans les vaisseaux ouverts. Mais ce deuxième danger est infiniment plus rare qu'on ne l'a prétendu.

» Il n'en est pas de même du premier risque; il est presque inévitable

lorsque les abcès sont profonds, surtout lorsqu'ils sont migrateurs, avec un trajet étendu et à directions diverses. L'ablation, le curettage exposent à des récidives, en un mot à la persistance des foyers tuberculeux, sans compter que, dans les abcès par congestions, on ne peut pas atteindre, dans la très grande majorité des cas, la lésion osseuse elle-même.

» La méthode des injections *uniques,* ou *multiples et successives* le plus souvent, est excellente, surtout si l'on prend soin d'en remplir tous les temps avec l'attention que comporte la constitution anatomique de l'abcès.

» La ponction sera faite avec un trocart assez volumineux, sur un point où la peau est encore saine. Le liquide évacué, on procédera avec un soin minutieux à un lavage répété de la cavité avec une solution antiseptique, phéniquée à 1 pour 100 par exemple, jusqu'à ce que le liquide revienne intact. Puis on fera l'injection médicamenteuse, et après plusieurs essais je suis resté convaincu que l'iodoforme est encore un des moyens les plus sûrs d'arriver à une guérison plus prompte. Je m'arrange pour injecter une quantité de liquide qui corresponde à un dépôt de 2^{gr} à 3^{gr} d'iodoforme dans la poche, suivant son volume : j'associe l'éther à l'iodoforme afin d'en rendre la diffusion plus facile, et j'ajoute un peu de créosote en plus. Voici d'ailleurs la formule que j'emploie :

Huile d'amandes douces stérilisée	90^{gr}
Iodoforme	10
Éther sulfurique	10
Créosote de hêtre	2

» Je n'ai pas eu d'accidents d'empoisonnement par l'iodoforme.

» RÉSULTATS. — 1° *Extirpation et curettage.* — Les tuberculomes des parties molles, traités par l'extirpation soit sans ouverture, soit avec ouverture et grattage, sont au nombre de 27. Il y a eu 27 guérisons dont 4 après désunion totale de la plaie opératoire. Dans cinq cas il a fallu faire un second grattage d'une petite fistule.

» 2° *Méthode des injections successives.* — 17 malades ont été opérés. 4 ont guéri par une seule injection, c'étaient 2 maux de Pott lombaires et 2 dorsaux-lombaires. 7 ont guéri : 3 après 2 injections, 3 après 4 injections, 1 après 5 injections. Les 6 autres ont eu des fistules; ils ont fini par guérir dans un délai de 10 mois à 2 ans en réclamant des opérations complémentaires : curettages, ouvertures d'abcès nouveaux, etc. Le sixième est mort après formation d'abcès multiples dans le petit bassin, la fesse et de chaque côté du pli de l'aîne : c'était un mal de Pott dorsal inférieur.

» Les résultats obtenus par Ménard avec le naphtol camphré se rapprochent des précédents; ils confirment, comme les miens, la *supériorité de la méthode des injections successives*. La présence de microbes surajoutés au bacille n'est nullement une contre-indication et ne doit modifier en rien les dispositions prises.

» Ayant eu l'occasion d'observer les effets de l'iodoforme sur un abcès survenu dans le cours d'une coxotuberculose, je tiens à le rappeler ici. La poche avait reçu 3^{gr} d'iodoforme douze jours auparavant et tout s'était bien passé. Au huitième jour, l'enfant fut pris de diphtérie et succomba. A l'ouverture de l'abcès, on trouva dans la poche un liquide un peu louche, peu abondant eu égard à la capacité de l'abcès. Toute la surface interne de l'abcès était d'un rouge assez vif et l'on y voyait de fins cristaux d'iodoforme répandus un peu partout. M. Achard examina la paroi qui était infiltrée de leucocytes dans toute son étendue : c'était une paroi évoluant vers la réparation à n'en pas douter.

» Les considérations qui précèdent à l'égard du traitement des abcès osseux sessiles ou par congestion s'appliquent aux abcès symptomatiques des synovites tuberculeuses et, notamment, aux abcès de la coxotuberculose, qui constituent souvent de longues poches migratrices comparables à celles venues du rachis.

» Toutefois le traitement des abcès tuberculeux symptomatiques d'un mal de Pott ou d'une ostéo-synovite, quel qu'en soit le siège, n'est qu'une partie, souvent fort importante il est vrai, du traitement local de ces affections. Il est dès lors de toute nécessité de continuer les conditions thérapeutiques réclamées par ces affections à sièges divers pendant qu'on poursuit la cure de ces abcès. On aura donc soin de tenir les malades horizontalement étendus dans les maux de Pott, de continuer l'extension continue dans les coxotuberculoses et, pour les ostéo-arthrites du membre inférieur, d'empêcher les sujets de marcher.

» Enfin, un excellent traitement général sera toujours maintenu et, parmi les conditions que je considère comme les meilleures à recommander, je signale l'*aération permanente* comme étant la plus utile et la plus nécessaire. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Résultats des observations météorologiques faites dans la dépression au centre du continent asiatique (station Luktshoun).* Note de M. **Alexis de Tillo.**

« Saint-Pétersbourg, Palais Kamenyi ostrov, 9 janvier 1899.

» La station météorologique organisée sous les auspices de la Société impériale russe de Géographie, par les soins de M. le capitaine Roborovski, à Luktshoun, petite ville du Tourfan, a fonctionné régulièrement et sans lacunes, avec des instruments vérifiés, depuis le mois de décembre 1893 jusqu'au mois d'octobre 1895 inclusivement.

» On conçoit l'intérêt tout exceptionnel de ces observations météorologiques qui se rapportent au point le plus continental du globe, éloigné de plus de 2400^{km} de l'océan et dont l'altitude absolue est pourtant négative (¹).

» Les moyennes mensuelles de la pression atmosphérique et de la température que j'ai l'honneur de communiquer à l'Académie dans le Tableau ci-après ont surtout une grande importance scientifique.

Moyennes mensuelles du baromètre et du thermomètre à Luktshoun.

Latitude nord, 42°41′57″; longitude à l'est de Paris, 87°21′58″; altitude, -17^{m} (au-dessous de la mer).

		Pression en millimètres.	Température en degrés centigrades.
		mm	o
Décembre	1893.....	780,1	— 5,9
Janvier	1894.....	780,9	— 9,6
Février	»	774,4	— 1,0
Mars	»	770,1	8,2
Avril	»	763,4	17,5
Mai	»	761,9	23,8
Juin	»	754,5	31,5
Juillet	»	752,9	33,7
Août	»	755,1	30,8
Septembre	»	761,3	23,3
Octobre	»	770,1	12,2
Novembre	»	776,2	0,8
Décembre	»	781,6	— 9,3

(¹) *Comptes rendus,* t. CXII, p. 681.

		Pression en millimètres.	Température en degrés centigrades.
		mm	o
Janvier	1895.....	782,6	—11,1
Février	»	774,7	— 4,6
Mars	»	768,7	7,1
Avril	»	761,8	21,3
Mai	»	760,7	25,3
Juin	»	756,3	29,1
Juillet	»	752,8	32,5
Août	»	755,2	29,5
Septembre	»	762,1	24,1
Octobre	»	767,6	13,9

» En réduisant au niveau de la mer et à la pesanteur normale et en introduisant encore une correction d'après Sarnaoul, Irkoutsk et Tachkent, pour obtenir, quoique tout à fait approximativement, la pression et la température ramenées aux longues séries d'observations, j'ai obtenu les valeurs suivantes, pour ainsi dire normales, et je les ai confrontées avec les valeurs d'après l'Atlas de M. A. Buchan ([1]) :

Pression atmosphérique.

	Moyennes mensuelles		
	d'après les observations à Luktshoun.	Cartes de M. A. Buchan.	Différences.
	mm	mm	mm
Janvier..........	780,0	774,7	+ 5,3
Février.........	774,5	772,1	+ 2,4
Mars...........	769,0	767,3	+ 1,7
Avril...........	761,3	762,5	— 1,2
Mai............	759,7	757,2	+ 2,5
Juin............	754,5	754,1	+ 0,4
Juillet..........	751,2	750,8	+ 0,4
Août...........	753,4	754,6	— 1,2
Septembre......	760,0	760,0	0,0
Octobre.........	768,1	768,3	— 0,2
Novembre.......	775,6	772,4	+ 3,2
Décembre.......	778,6	774,9	+ 3,7
Année..........	765,5	764	+ 1,5

([1]) *Report on atmospheric circulation*, London, 1889.

Températures.

	Moyennes mensuelles		
	d'après les observations à Luktshoun.	Cartes de M. A. Buchan.	Différences.
Janvier	— 8°,4	— 4°	— 4°,4
Février	— 4,1	+ 1	— 5,1
Mars	+ 6,1	+ 10	— 3,9
Avril	+ 20,1	+ 12	+ 3,1
Mai	+ 24,5	+ 23	+ 1,5
Juin	+ 30,1	+ 27,5	+ 2,6
Juillet	+ 31,9	+ 30	+ 1,9
Août	+ 30,1	+ 27	+ 3,1
Septembre	+ 22,2	+ 22,5	— 0,3
Octobre	+ 12,3	+ 17	— 4,7
Novembre	+ 0,4	+ 7	— 6,6
Décembre	— 7,3	— 1	— 6,3
Année	+ 13,2	+ 15	— 1,8

» *Conclusions principales.* — Le centre des hautes pressions en Asie se trouve pendant les mois de novembre, décembre et janvier dans le Tourfan, au sud du Fianshan et non pas près d'Irkoutsk.

» La température estivale est sensiblement plus chaude et la température de l'hiver considérablement plus froide dans la dépression du centre asiatique que selon l'estimation d'après les Cartes de M. A. Buchan.

» Dans l'état actuel de nos connaissances, la valeur extrême de la marche annuelle du baromètre sur la Terre est celle qui a été observée à Luktshoun. Différences entre les pressions moyennes mensuelles des mois de janvier et de juillet : en 1894, $28^{mm},0$; en 1895, $29^{mm},8$ (1). »

(1) J. Hann, *Handbuch der Klimatologie*, t. III, p. 205; Stuttgart, 1897. — Valeur maximum : Semipolatinsk, $18^{mm},5$.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions chargées de juger les concours de 1899.

Le dépouillement des scrutins donne les résultats suivants :

Prix Jecker. — MM. Friedel, Troost, Armand Gautier, Moissan, Grimaux, Ditte.

Prix La Caze (*Chimie*). — MM. Friedel, Troost, Armand Gautier, Moissan, Grimaux, Ditte, Berthelot, Hautefeuille, Schlœsing.

Prix Wilde. — MM. Cornu, Faye, Moissan, Berthelot, Fouqué.

Prix Delesse. — MM. Fouqué, Marcel Bertrand, Gaudry, Hautefeuille, Michel Lévy.

Prix Fontannes. — MM. Gaudry, Marcel Bertrand, Fouqué, de Lapparent, Michel Lévy.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Volume intitulé : « Études sur les méthodes et les instruments des nivellements de précision, par *C.-M. Goulier*, annotées et accompagnées d'une étude sur les variations de longueur des mires, d'après les expériences du colonel Goulier, par M. *Ch. Lallemand* ».

M. **O.-C. Marsh**, nommé Correspondant, adresse ses remercîments à l'Académie.

MM. **A. Ledoux-Lebard**, **Maurice Servant** adressent des remercîments à l'Académie, pour les distinctions accordées à leurs travaux.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil faites à l'observatoire de Lyon (équatorial Brunner* $0^m,16$*) pendant le troisième trimestre de* 1898. Note de M. J. **Guillaume**, présentée par M. Mascart.

« Ces observations sont résumées dans les Tableaux suivants :

TABLEAU I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Juillet 1898. 0,33			
27- 2	5	1,1	− 7		8
29- 5	4	2,1	− 6		17
6	1	4,5		+15	pores
8	1	10,1		+11	2
9	1	11,8	−12		2
15-16	2	16,6		+ 8	24
22-26	4	22,6		+ 1	53
19-22	3	24,6	−12		45
27	1	27,9	− 5		pores
26	1	28,9	−10		29
28- 3	5	30,9	− 8		29
	21 j.		− 9°,2	+ 6°,7	
		Août 1898. 0,08			
30- 7	7	2,5	−15		94
2	1	2,8		+ 7	3
2-11	10	5,8		+10	300
2-13	12	8,0	−12		396
8	1	10,6	−11		pores
11-18	6	12,5		+ 9	158
11-16	4	13,0	−12		27
17-19	2	13,6	−12		15
22-24	3	19,8	− 6		28
17-23	3	20,6	−12		3
20	1	21,0	− 5		pores
20	1	21,4		+10	»
24	1	25,5	− 4		»
26- 1	3	28,6	−10		65
29	1	30,4	− 8		2
	26 j.		−10°,9	+ 8°,7	
		Septembre 1898. 0,00.			
26- 7	11	1,5		+11	99
2-14	11	9,0	−12,5		1130
7-14	7	9,4	−11		200
5-15	10	9,9	−11,5		246
14-17	4	13,9	−11		13
12-19	7	14,8		+ 4	73
15-24	8	19,3	− 6		64
24-29	4	27,6		+ 4	8
26- 4	5	30,9		+11	135
	24 j.		−10°,4	+ 7°,5	

TABLEAU II. — *Distribution des taches en latitude.*

1898.	Sud 90°-40°	Sud 40°-30°	Sud 30°-20°	Sud 20°-10°	Sud 10°-0°	Sud Somme.	Nord Somme.	Nord 0°-10°	Nord 10°-20°	Nord 20°-30°	Nord 30°-40°	Nord 40°-90°	Totaux mensuels.	Surfaces moyennes réduites.
Juillet	»	»	»	2	4	6	3	2	1	»	»	»	9	209
Août	»	»	»	5	3	8	3	3	»	»	»	»	11	1091
Septembre.	»	»	»	2	1	3	4	2	2	»	»	»	7	1968
Totaux ..	»	»	»	9	8	17	10	7	3	»	»	»	27	3268

Tableau III. — *Distribution des facules en latitude.*

1898.	Sud. 90°.	40°.	30°.	20°.	10°.	0°. Somme.	Nord. Somme.	0°.	10°.	20°.	30°.	40°. 90°.	Totaux mensuels.	Surfaces moyennes réduites.
Juillet......	»	»	2	7	5	14	3	2	1	»	»	»	17	16,6
Août.......	»	»	1	10	5	16	7	4	3	»	»	»	23	23,6
Septembre..	»	»	»	8	5	13	9	4	5	»	»	»	22	25,5
Totaux...	»	»	3	25	15	43	19	10	9	»	»	»	62	65,7

» Le premier donne, à droite de l'indication du mois, le nombre proportionnel des jours sans taches; les colonnes successives renferment les dates extrêmes d'observation de chaque groupe, le moment du passage au méridien central du disque solaire (en jours et en fractions de jour, temps civil de Paris), les latitudes moyennes, les surfaces moyennes des groupes de taches, exprimées en millionièmes de l'aire d'une hémisphère et réduites au centre du disque; à la fin de chaque mois, on a indiqué le nombre de jours d'observation et la latitude moyenne de l'ensemble des groupes observés dans chaque hémisphère.

» Le deuxième Tableau donne les nombres mensuels de groupes de taches contenus dans des zones consécutives de 10° de largeur et les surfaces mensuelles des taches.

» Le troisième, enfin, renferme des données analogues pour les régions d'activité du Soleil, c'est-à-dire pour les groupes de facules contenant ou non des taches; dans ce dernier Tableau, les surfaces mensuelles des facules, toujours réduites au centre du disque, sont exprimées en millièmes de l'hémisphère.

» Il y a eu 71 jours d'observation pendant ce trimestre.

» *Taches.* — On a noté 27 groupes de taches et une surface totale de 3268 millionièmes, au lieu de 41 groupes et 1354 millionièmes enregistrés le trimestre précédent; cette diminution dans le nombre des groupes a été plus forte dans l'hémisphère austral (11) que dans l'autre hémisphère (3); néanmoins c'est encore au sud de l'équateur que les taches ont été les plus fréquentes (17 au sud et 10 au nord). Quant aux surfaces, on trouve l'explication du chiffre élevé de ce trimestre dans le grand groupe de septembre, qui figure à lui seul pour 1576 millionièmes sur un total mensuel de 1968 millionièmes.

» La tache principale de ce groupe se voyait très bien à l'œil nu; elle a traversé le méridien central du disque solaire le 9,0 à la latitude de —12°,5 [1]. C'est d'ailleurs la seule visible à l'œil nu qui se soit

[1] Le même jour, on a observé une très belle aurore boréale de 8^h à 11^h, avec maximum d'intensité un peu avant 9^h; au même moment, les appareils magnétiques de l'observatoire enregistraient une très forte perturbation.

présentée pendant ce trimestre (il n'y en avait pas eu dans le second).

» Enfin le Soleil a été vu sans taches neuf fois, dont sept en juillet et deux en août (cette particularité avait été notée cinq fois le trimestre précédent).

» *Régions d'activité.* — Les facules ont subi une légère diminution; on a en effet 62 groupes et une surface totale de 65,7 millièmes au lieu de 69 groupes et 67,4 millièmes. Il y a eu augmentation de 5 groupes au sud (43 au lieu de 38), et diminution de 12 au nord (19 au lieu de 31). »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la variation de la densité à l'intérieur de la Terre.* Note de M. **du Ligondès**, présentée par M. A. Cornu.

« M. Roche a proposé, pour exprimer la variation de densité à l'intérieur de la Terre, une formule qui peut s'écrire ainsi :

$$\rho = \rho_0(1 - kR^m). \tag{1}$$

» Cette formule doit satisfaire à la relation

$$\frac{C-A}{C} = \left(\varepsilon - \frac{\varphi}{2}\right)\frac{\int_0^1 \rho R^2 dR}{\int_0 \rho R^4 dR}, \tag{2}$$

dans laquelle le rapport $\frac{C-A}{C}$ est connu par la théorie de la précession des équinoxes et l'aplatissement ε déduit des mesures effectuées à la surface du globe. Cet aplatissement était autrefois évalué à $\frac{1}{300}$. En faisant avec M. Roche $m = 2$, la relation (2) donne $k = 0,8$ (¹).

» On trouve de même pour la variation de la pesanteur interne

$$\gamma = gR\frac{m+3-3kR^m}{m+3-3k} \tag{3}$$

et, si $m = 2$,

$$\gamma = gR\frac{25-12R^2}{13}.$$

(¹) *Comptes rendus*, 2e semestre 1884, p. 577. On peut montrer d'ailleurs, à l'aide de considérations tirées des variations de la pesanteur à la surface de la Terre, que, pour $m = 2$, k est inférieur à 0,766.

» Ces résultats ont été soi-disant vérifiés par une expérience pendulaire exécutée par M. Airy au fond d'un puits de 384^m de profondeur.

» Des mesures plus précises ont montré depuis que l'aplatissement du globe était voisin de $\frac{1}{292,5}$. M. Tisserand a calculé les diverses valeurs du coefficient k compatibles avec ce chiffre en faisant varier la densité à la surface depuis 2,4 jusqu'à 2,8. Il a trouvé des nombres compris entre 0,758 et 0,770; il a, en outre, fait ressortir, comme l'avait déjà signalé M. Roche, un certain désaccord entre la formule citée plus haut et la théorie de la précession (1).

» En effet, si dans la relation (2) on remplace ε par $\frac{1}{292,5}$, et si l'on donne aux coefficients de la formule de variation de densité les valeurs qui conviennent à cet aplatissement, on trouve toujours, pour le rapport $\frac{C-A}{C}$, un chiffre voisin de 0,00334. La théorie de la précession exige, au contraire, $\frac{C-A}{C} = 0,00326$.

» L'objet de la présente Note est de faire disparaître cette apparente contradiction.

» D'après une théorie récente, émise par M. Lowthian Green et préconisée par M. de Lapparent, l'écorce terrestre tend à prendre la figure d'un tétraèdre dont un sommet correspondrait au pôle sud et les trois autres aux grandes masses continentales : Europe, Asie, Amérique du Nord. La densité moyenne de la matière comprise dans ce tétraèdre est d'environ 5,5; celle de l'eau qui la recouvre en partie dépasse à peine l'unité. Le moment d'inertie du globe terrestre par rapport à un axe quelconque se compose donc du moment d'inertie d'une masse sphéroïdale de densité 1, auquel il faut ajouter celui d'une masse tétraédrique de densité 4,5. Si le tétraèdre était régulier, rien ne serait changé au rapport des moments d'inertie; ce rapport serait le même que si toute la partie solide du globe était sphéroïdale comme la surface des océans. Mais il suffit de jeter les yeux sur une Carte pour voir que la base septentrionale du tétraèdre dont les trois sommets viennent pointer à hauteur du 50e parallèle est plus petite que les trois autres faces. Le moment d'inertie du globe autour de son axe polaire est ainsi diminué comparativement à celui qui s'applique à l'axe équatorial. Cette diminution réelle se fait sentir dans le mouvement de la Terre qui donne lieu à la précession des équinoxes, mais elle disparaît entièrement dans une équation algébrique établie dans l'hypothèse d'une

Terre formée d'une superposition de couches de niveaux homogènes dans toute leur étendue. Le rapport $\frac{C-A}{C}$ déduit de la théorie de la précession doit donc être, comme il l'est en effet, inférieur à celui qui convient à la relation (2).

» La formule (1) suppose, en outre, que la densité varie suivant une même loi, continue depuis la surface jusqu'au centre. En réalité, il n'en est pas ainsi; à partir de la surface où l'eau domine, la densité augmente brusquement jusqu'au fond de l'océan. C'est seulement pour les roches situées au-dessous de cette limite que la formule (1) peut donner des chiffres exacts. Il en est de même pour la variation de pesanteur; jusqu'à la profondeur correspondant au niveau du fond des mers, l'accroissement de pesanteur, mesuré directement, doit être plus sensible que celui qui résulte de l'équation (3).

» L'expérience de M. Airy, faite à une profondeur de 384^{m}, permet donc simplement de vérifier que cet accroissement est réel; mais elle ne peut donner, pour le coefficient de variation k, qu'un chiffre approché par excès.

» Enfin, par la même raison que la variation de densité de la surface au centre est, jusqu'à une petite profondeur, plus grande que celle qui résulte d'une fonction continue comme la formule (1), l'aplatissement du globe terrestre doit, d'après la théorie de Clairaut, être un peu inférieur à celui qui conviendrait à cette formule. Par suite, pour obtenir la valeur la plus probable du coefficient k, il faut, dans les équations où intervient l'aplatissement, prendre, non la moyenne, mais la limite supérieure des mesures de cet aplatissement.

» D'après ce principe, les calculs mêmes de M. Tisserand montrent que l'équation simple

$$\rho = 10\left(1 - \tfrac{3}{4}R^2\right),$$

qui correspond à un aplatissement de $\frac{1}{291,2}$, convient mieux que toute autre de cette forme pour exprimer la variation de densité à l'intérieur de la Terre.

» La variation de la pesanteur interne est alors donnée par la formule

$$\gamma = gR\,\frac{20-9R^2}{11}.$$

» Quant au rapport des moments d'inertie, la relation (2) donne

$$\frac{C-A}{A} = 0{,}003355,$$

nombre bien peu supérieur à celui qui résulte de la théorie de la précession des équinoxes. L'accord serait encore plus satisfaisant si, à la valeur théorique trop forte $\frac{1}{291,2}$ trouvée pour l'aplatissement, on substituait la moyenne des mesures réellement effectuées sur le globe $\frac{1}{292,5}$. »

MATHÉMATIQUES APPLIQUÉES. — *Sur une nouvelle règle à calcul.* Note de M. G. Gallice, présentée par M. Ad. Carnot.

« La règle que j'ai fait établir a pour but de permettre l'étude, au point de vue pratique, de la division de la circonférence en 240°, et de donner aux navigateurs un moyen rapide de résoudre tous les problèmes d'Astronomie nautique en employant en même temps la montre décimale système de Sarrauton.

» J'ai calculé les logarithmes des sinus et tangentes des arcs qui figurent sur les échelles; puis j'ai transformé ces nombres en nombres de tours et fractions de tour de la machine à diviser. Ce travail a été remis au constructeur M. Tavernier-Gravet, qui s'est chargé de la construction pratique de la règle.

» *Description.* — La règle est de forme ordinaire; sa longueur est de $0^m,50$. Le biseau est divisé, comme d'habitude, en millimètres.

» La règle proprement dite comporte trois échelles :

» 1° Échelle simple des nombres;

» 2° Deuxième échelle des nombres, répétition de la première;

» 3° Au bas de la règle, échelle des parties égales donnant les logarithmes des nombres ou des lignes trigonométriques avec trois décimales exactes et la quatrième très approchée.

» La réglette mobile porte quatre échelles sur sa face supérieure :

» Deux fois l'échelle simple des nombres; l'échelle double; enfin l'échelle triple des nombres. Cette dernière échelle figure pour la première fois, croyons-nous, sur une règle; elle donne directement les cubes et les racines cubiques des nombres.

» La face inférieure de la réglette porte également quatre échelles :

» 1° Échelle des sinus des arcs de $3^d,825$ à 60^d;

» 2° Échelle des sinus des arcs de $0^d,38$ à $3^d,825$;

» 3° Échelle des tangentes des arcs de $0^d,38$ à $3^d,81$;

» 4° Échelle des tangentes des arcs de $3^d,81$ à 30^d.

» Les sinus et tangentes des arcs très petits, étant proportionnels à ces arcs, sont donnés directement par les échelles des nombres.

» Les échelles des sinus donnent directement les arcs :

De $0^d,01$	en $0^d,01$	jusqu'à	4^d
De 0,02	en 0,02	»	10
De 0,05	en 0,05	»	20
De 0,10	en 0,10	»	30
De 0,20	en 0,20	»	40
De 0,50	en 0,50	»	50
De 1	en 1	»	58

» Les échelles des tangentes donnent directement les arcs :

De $0^d,01$	en $0^d,01$	jusqu'à	4^d
De 0,02	en 0,02	»	10
De 0,05	en 0,05	»	30

» Les arcs intermédiaires s'obtiennent par l'évaluation à l'œil de l'intervalle.

» Aucune division n'étant inférieure à $0^{mm},5$, on apprécie facilement le $\frac{1}{4}$ de cet intervalle et par conséquent le $\frac{1}{100}$ de degré : dans tous les cas en se servant des formules qui donnent l'arc par sa tangente; dans presque tous les cas, pour les sinus dont les arcs sont plus petits que 30°.

» Le curseur se compose d'une monture qui glisse le long de la règle et de deux glaces sur lesquelles sont tracées deux lignes noires très fines, perpendiculaires à la direction des échelles.

» *Emploi de la règle.* — Les opérations sur les nombres se font comme avec toutes les règles à calcul.

» L'élévation au cube et l'extraction de la racine cubique se lisent directement au moyen de l'échelle N^3.

EXEMPLES D'OPÉRATIONS EFFECTUÉES A L'AIDE DE LA RÈGLE.

1° *Résolution d'un triangle rectiligne.*

» On donne :

$$b = 568 \qquad b - c = 141,$$
$$c = 427 \qquad b + c = 995,$$
$$A = 32^d,9383, \qquad \frac{A}{2} = 16^d,4691,$$
$$\operatorname{tang} \frac{B-C}{2} = \frac{b-c}{b+c} \cot \frac{A}{2}, \qquad \frac{B+C}{2} = 43^d,5309,$$

ou

$$\operatorname{tang} \frac{B-C}{2} = \frac{b-c}{b+c} \frac{1}{\operatorname{tang} \frac{A}{2}} 0,307, \qquad \frac{B-C}{2} = 11^d,38,$$

$$B = 54^d,9109$$
$$C = 32^d,1509$$
$$A = 32^d,9383$$
$$2S = 120^d,0001$$

» *Vérification :*

» On a

$$\frac{a}{\sin A} = \frac{c}{\sin C}, \qquad \text{d'où} \qquad a = 435.$$

2° *Calcul d'angle horaire.*

$$\text{Données.......} \left\{ \begin{array}{l} l = 22^{\text{d}},02 \text{ sud}, \\ d = 6,02 \text{ nord}, \\ h = 17,42, \end{array} \right. \qquad \begin{array}{r} l' = 37^{\text{d}},98, \\ \delta = 66,02, \\ h' = 42,58, \\ \hline 2S = 146,58. \\ S = 73,29. \end{array} \qquad \begin{array}{l} S - l' = 35^{\text{d}},31. \\ S - \delta = 7,27. \\ S - h' = 30,71. \end{array}$$

$$\operatorname{tang} \frac{P}{2} \sqrt{\frac{\sin(S - l')\sin(S - \delta)}{\sin(S - h')\sin S}}, \qquad \text{d'où} \qquad \frac{P}{2} = 16^{\text{d}},83 \qquad \text{et} \qquad P = 33^{\text{d}},66.$$

» La valeur de P donnée par les Tables est.................. $P_1 = 33^{\text{d}},6721$.

» L'erreur est donc de $0^{\text{d}},01$.

» De la valeur de P ainsi trouvée, on peut déduire l'azimut

$$\sin Az = \frac{\sin\delta \sin P}{\sin h'}, \qquad \text{d'où} \qquad Az = 38^{\text{d}},65.$$

» La valeur exacte de Az est.................. $Az_1 = 38^{\text{d}},66$

» L'erreur est donc de $0^{\circ},01$.

3° *Droite de hauteur, méthode Marcq-Saint-Hilaire* (pages 54 et 55).

$$1^{\text{er}} \textit{ Exemple : } \text{Données.....} \left\{ \begin{array}{l} l = 27^{\text{d}},70 \text{ nord}, \\ d = 3,65 \text{ sud}, \\ P = 21,56 \end{array} \right. \qquad \begin{array}{l} l' = 32^{\text{d}},30. \\ d' = 56,35. \\ P' = 38,44. \end{array}$$

$$\begin{array}{rl} a = \sin l \sin d & = 0,0633 \\ b = \sin l' \sin d' \sin P' & = 0,6300 \\ \hline \sin h = b - a & = 0,5667 \end{array}$$

» D'où

$$h = 23^{\text{d}},01.$$

» La valeur exacte étant $h_1 = 22^{\text{d}},97$, l'erreur est de

$$0^{\text{d}},04.$$

$$2^{\text{e}} \textit{ Exemple : } \text{Données..................} \left\{ \begin{array}{l} l = 28^{\text{d}},72 \text{ nord}. \\ d = 15,13 \text{ nord}. \\ P = 24,93. \end{array} \right.$$

$$\begin{array}{rl} a = \sin l \sin d & = 0,2637 \\ b = \dfrac{\sin l \sin d \sin P}{\operatorname{tang} l \operatorname{tang} d \operatorname{tang} P} & = 0,5355 \\ \hline \sin h = a + b & = 0,7992 \end{array}$$

» D'où

$$h = 35^{d},40.$$

» La valeur exacte étant $h_1 = 35^{d},413$, l'erreur est donc de

$$0^{d},01.$$

» Dans la plupart des cas, on peut donc avoir sa position en mer à la minute près, ordre d'approximation comparable à celui des observations. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales complètes des équations aux dérivées partielles*. Note de M. N. SALTYKOW, présentée par M. Jordan.

« Considérons le système d'équations différentielles

$$(1) \qquad \begin{cases} p_k + H_k(x_1, x_2, \ldots, x_n, z, p_{m+1} p_{m+2}, \ldots, p_n) = 0 \\ (k = 1, 2, \ldots, m;\ m \leq n), \end{cases}$$

les variables p_i désignant les dérivées partielles $\frac{\partial z}{\partial x_i}$. Je mets les conditions d'involution des équations (1) sous la forme

$$\frac{\partial H_k}{\partial x_h} - \frac{\partial H_k}{\partial z} H_h - \frac{\partial H_h}{\partial x_k} + \frac{\partial H_h}{\partial z} H_k + \sum_{i=1}^{n-m} \left(\frac{\partial H_h}{\partial p_{m+i}} \frac{dH_k}{dx_{m+i}} - \frac{\partial H_k}{\partial p_{m+i}} \frac{dH_h}{\partial x_{m+i}} \right) = 0,$$

$$\frac{dH_k}{dx_{m+i}} = \frac{\partial H_k}{\partial x_{m+i}} + \frac{\partial H_k}{\partial z} p_{m+i} \ldots.$$

» Le problème à résoudre c'est de *déterminer les valeurs de*

$$z, \quad p_{m+1}, \quad p_{m+2}, \quad \ldots, \quad p_n,$$

en fonction des variables indépendantes $x_1, x_2, \ldots, x_n$ *et de* $n - m + 1$ *constantes arbitraires, de sorte qu'en y joignant les fonctions de mêmes variables* $p_1, p_2, \ldots, p_m$, *définies par les équations* (1), *on ait des identités*

$$(2) \qquad p_1 = \frac{\partial z}{\partial x_1}, \qquad p_2 = \frac{\partial z}{\partial x_2}, \qquad \ldots, \qquad p_n = \frac{\partial z}{\partial x_n};$$

de plus ces fonctions ne doivent identifier que les équations (1).

» Suivant Jacobi ([1]) et la théorie des équations que j'ai étudiées ([2]), on

---

([1]) *Gesammelte Werke*, Bd. IV, S. 1.

([2]) *Journal de Liouville*, p. 423; 1897.

parvient à la nécessité d'intégrer les équations aux différentielles totales

$$dz = \sum_{k=1}^{m} \left(\sum_{i=1}^{n-m} p_{m+i} \frac{\partial H_k}{\partial p_{m+i}} - H_k \right) dx_k,$$

$$dx_{m+i} = \sum_{k=1}^{m} \frac{\partial H_k}{\partial p_{m+i}} dx_k,$$

$$dp_{m+i} = -\sum_{k=1}^{m} \frac{dH_k}{dx_{m+i}} dx_k$$

$$(i = 1, 2, \ldots, n-m).$$

Supposons leur intégrale générale donnée par les équations

$$(3) \quad z = \varphi(x_1, x_2, \ldots, x_m, a_1, a_2, \ldots, a_{n-m}, b, b_1, b_2, \ldots, b_{n-m}),$$

$$(4) \quad p_{m+i} = f_i(x_1, x_2, \ldots, x_m, a_1, a_2, \ldots, a_{n-m}, b, b_1, b_2, \ldots, b_{n-m}),$$

$$(5) \quad x_{m+i} = F_i(x_1, x_2, \ldots, x_m, a_1, a_2, \ldots, a_{n-m}, b, b_1, b_2, \ldots, b_{n-m})$$

$$(i = 1, 2, \ldots, n-m),$$

a_i, b, b_i étant des constantes arbitraires, dont a_i, b_i sont les valeurs initiales des variables x_{m+i}, p_{m+i}.

» S'il est possible de résoudre les équations (5) par rapport à $n-m$ constantes arbitraires quelconques, on a une solution de notre problème, quand, en éliminant ces constantes des équations (3), (4), on obtient des fonctions z, p, satisfaisant aux conditions requises. Ces dernières sont vérifiées dans les trois cas suivants :

» 1° Quand les équations (5) sont résolubles par rapport aux b_i, la constante b représentant la valeur initiale de z, que nous nommerons z^0;

» 2° Les équations (5) sont résolubles par rapport aux b_ν, a_i, tous les indices ν, i étant différents; de plus,

$$b = z^0 - \sum a_i b_i,$$

où la sommation s'effectue par rapport aux indices i, correspondant aux valeurs b_i, qui sont à éliminer entre les équations (5);

» 3° Les équations (5) ne sont résolubles que par rapport aux a_i,

$$b = z^0 - \sum_{i=1}^{n-m} a_i b_i.$$

La démonstration des théorèmes ci-dessus repose sur l'étude des fonctions [1]

$$U_c = \frac{\partial z}{\partial c} - \sum_{i=1}^{n-m} p_{m+i} \frac{\partial x_{m+i}}{\partial c},$$

z, p_{m+i}, x_{m+i} représentant les valeurs (3), (4), (5), c étant l'une des constantes y contenues. Pour satisfaire aux conditions (2) il est nécessaire et suffisant que les équations (5) soient résolubles par rapport à $n-m$ constantes quelconques, les fonctions U_c correspondantes étant identiquement nulles. De plus, si les $n-m+1$ autres fonctions U_c ne s'annulent pas, la solution obtenue est précisément une intégrale complète des équations (1).

» Cette assertion devient évidente, quand on prend en considération notre travail cité et les deux lemmes suivants :

» I. *En vertu des équations* (3), (4), (5), *la formule*

$$\sum_{k=1}^{m} \frac{\partial H_k}{\partial z} dx_k$$

est une différentielle exacte, que nous nommerons dW.

» II. *La fonction* U_c *est définie par l'équation*

$$U_c = U_c^0 e^{-\int_{W_0}^{W} dW},$$

U_c^0, W_0 *désignant les valeurs des fonctions* U_c, W *correspondant aux valeurs initiales des* $x_1, x_2, \ldots, x_m$.

» Il est, enfin, évident que ces recherches ne se rapportent qu'au domaine où les H_k, considérées comme fonctions des variables indépendantes $x_1, x_2, \ldots, x_n, z, p_{m+1}, p_{m+2}, \ldots, p_n$, sont holomorphes. C'est pour ce domaine seulement que la différentielle dW admet une intégrale holomorphe, et, par conséquent, la fonction

$$e^{-\int_{W_0}^{W} dW},$$

dans tout le cours de nos calculs, a une valeur finie. »

---

[1] Voir *Bulletin de la Société mathématique de France,* t. X, p. 223.

ÉLECTRICITÉ. — *Perte d'électricité par évaporation de l'eau électrisée. — Application à l'électricité atmosphérique.* Note de M. **H. Pellat**, présentée par M. Mascart.

« Quand un liquide est électrisé, la vapeur qu'il émet est-elle électrisée? Les expérimentateurs ne sont pas d'accord sur ce point : les uns, comme L.-J. Black (1883), n'ont pas pu mettre en évidence la charge de la vapeur; les autres, comme Peltier (1842) ou E. Lecher (1888), n'ont réussi à la manifester qu'en chargeant très fortement le liquide (25000 volts pour Lecher), ce qui amenait sa pulvérisation. Aucun n'a montré le phénomène pour des densités électriques comparables à celles qui se trouvent à la surface de la Terre, ni n'a fait d'expériences quantitatives. Ce point a pourtant un grand intérêt, car plusieurs théories de la variation diurne de l'électricité atmosphérique (Peltier, Exner) ont pour point de départ le transport dans l'atmosphère, par la vapeur qui se forme sur le sol, de l'électricité qui le recouvre.

» J'ai réussi non seulement à mettre en évidence nettement qu'une surface d'eau électrisée, ayant une densité électrique peu supérieure (5 à 10 fois) à celle du sol, perd par son évaporation à la température ordinaire une portion de sa charge, mais en outre à mesurer cette perte.

» Pour cela, j'ai étudié au moyen d'un électromètre à quadrants la déperdition spontanée d'un système comprenant un vase très plat (3^{mm} à 4^{mm} de profondeur), suivant qu'il était vide ou plein d'eau jusqu'au bord. Dans les deux expériences comparatives les conditions initiales étaient exactement les mêmes ainsi que la durée de l'observation, qui, pour les expériences définitives, a été comprise entre une heure vingt-cinq minutes et une heure quarante-cinq minutes. Tous les isolants étaient constitués par de la paraffine, aussi bien ceux de l'électromètre (modèle de M. Boudréaux) que celui du vase. Celui-ci communiquait avec une des paires de quadrants et avec l'aiguille, l'autre paire de quadrants était reliée à une conduite de gaz. La charge était produite en faisant communiquer le vase pendant un quart d'heure avec le pôle négatif d'une pile de 116 volts dont le pôle positif était fixé à la conduite de gaz. Les expériences ont été variées de façon à se mettre à l'abri de causes d'erreur telles qu'une modification avec le temps de l'isolement des supports (croisement des expériences), ou telles que le dépôt possible d'humidité sur ces supports par

la présence de l'eau en expérience. Les détails seront donnés dans un prochain Mémoire.

» Or, dans toutes ces expériences, la déperdition a été nettement plus grande quand le vase était plein d'eau. En voici un exemple : sans eau, la déperdition correspond à 170,4 divisions de l'échelle, en une heure quarante-cinq minutes; dans le même temps, avec eau, la déperdition correspond à 182,9 divisions; différence : 12,5 divisions. Les déperditions se sont toujours montrées du même ordre de grandeur.

» Si l'on réfléchit à la grande capacité de l'électromètre (dont l'aiguille forme condensateur avec une des paires de quadrants) vis-à-vis de la capacité du vase, on peut se douter que cet excès de déperdition correspond à une perte relativement grande de la charge de l'eau électrisée. Pour m'en rendre compte exactement, j'ai déterminé, au moyen d'un plan d'épreuve qui couvrait toute la surface du vase, la variation de l'indication de l'électromètre quand on enlevait une quantité d'électricité égale à celle qui se trouvait sur la surface de l'eau électrisée. Ces expériences (au nombre de vingt) ont été d'une concordance remarquable; elles m'ont permis de calculer la vitesse relative de perte par évaporation, c'est-à-dire la quantité $V = -\frac{1}{m}\frac{dm}{dt}$, en appelant m la charge de la surface d'eau au temps t. En unités C. G. S. électrostatiques dans l'expérience rapportée ci-dessus, on a trouvé $V = 0{,}000343$; la pression de la vapeur d'eau dans l'air, donnée par un psychromètre, était mesurée par $0^{cm},843$ de mercure, tandis que la pression maximum à la température de l'eau ($19°,6$) était mesurée par $1^{cm},697$. Dans une autre expérience, j'ai trouvé $V = 0{,}000422$.

» De la relation ci-dessus on tire

$$m = m'_0 e^{-Vt} \qquad \text{ou} \qquad \frac{m_0 - m}{m_0} = 1 - e^{-Vt},$$

qui permet de connaître la perte relative d'électricité $\frac{m_0 - m}{m_0}$ pendant un temps t si la charge n'est pas renouvelée. On trouve ainsi que, d'après la première expérience, en une heure, la perte, par évaporation, serait 0,46 de la charge primitive, et, d'après la seconde, 0,78. On voit par là que cette perte est très considérable.

» Examinons la conséquence de ces expériences au point de vue de la variation diurne de l'électricité atmosphérique.

» Quand le Soleil, dans les heures de la matinée, a fait évaporer une portion de l'eau dont le sol est imbibé, la vapeur produite a transporté

dans l'atmosphère une fraction notable de la charge du sol. Il en résulte (ceci peut être rigoureusement établi) que la densité électrique deviendra moindre à la surface du sol, ainsi que le champ dans son voisinage. C'est bien ce que donnent les moyennes des observations faites dans la belle saison pour nos régions, ou en toute saison dans les pays ensoleillés toute l'année : la courbe donnée par les appareils enregistreurs descend dans les premières heures chaudes de la journée. Inversement, la condensation de la vapeur d'eau dans les premières heures qui suivent le coucher du Soleil, dépouillant l'air d'une portion de son électricité négative pour en enrichir le sol, doit augmenter le champ; c'est également ce que donnent les courbes.

» Je m'empresse d'ajouter que cette vaporisation de l'eau ne saurait expliquer la partie principale de la variation diurne qui possède un maximum vers 8^h du soir et un minimum vers 4^h du matin : l'effet de la vaporisation se superpose à un effet dû à une autre cause encore inconnue. »

PHYSIQUE. — *Sur la transmission des sons par les rayons ultra-violets.* Note de M. **Dussaud**.

« Je me suis proposé de répéter l'expérience classique de radiophonie avec son dispositif habituel, mais en remplaçant les rayons lumineux par des rayons ultra-violets agissant sur le sélénium avec l'intermédiaire d'une substance fluorescente.

» J'y suis parvenu de la façon suivante. Une lampe à arc produit des rayons ultra-violets, qui sont projetés en faisceau par un système de lentilles en quartz. Ce faisceau traverse successivement deux obturateurs identiques, percés de fentes, et qui constituent le poste transmetteur. Le premier de ces obturateurs est fixe, le second mobile et actionné par une membrane devant laquelle on produit les sons à transmettre. Suivant les sons émis, la membrane vibre différemment et déplace plus ou moins l'obturateur mobile. Le faisceau de rayons ultra-violets est donc plus ou moins intercepté et, en arrivant au poste récepteur, il illuminera proportionnellement un écran fluorescent qui agit sur une plaque de sélénium en circuit avec une pile et deux récepteurs téléphoniques.

» Ce dispositif est semblable à celui de la radiophonie, sauf que les rayons ultra-violets remplacent la lumière solaire et agissent sur le sélénium avec l'aide de la fluorescence. J'ai pu transmettre ainsi des sons et même des mots à un peu plus de 10^m. »

ÉLECTRO-OPTIQUE. — *Sur une méthode physique pouvant permettre de décider s'il y a, ou non, dispersion dans le vide.* Note de M. **L. Décombe**, présentée par M. Lippmann.

« Dans une Note insérée aux *Memorie della Società degli Spettroscopisti italiani* (¹), M. Tikhoff revient sur la question, posée d'abord par Arago, de savoir si les rayons lumineux de différentes couleurs se propagent avec la même vitesse dans le vide.

» Plusieurs méthodes astronomiques permettent, théoriquement au moins, de résoudre ce problème. On peut observer, par exemple, l'éclipse d'un satellite de Jupiter et chercher à voir si le dernier rayon émis paraît coloré, ce qui est une conséquence de l'hypothèse de la dispersion. Cette méthode n'a pas donné jusqu'ici de résultats, ce qui tient sans doute à la présence de l'atmosphère jovienne, qui empêche l'éclipse d'être brusque.

» Arago a proposé une deuxième méthode, qui consiste à observer une étoile variable. La diminution d'intensité équivalant à une suppression de lumière, la couleur de l'étoile doit changer en même temps que son éclat. Les observations d'Arago sur Algol ne lui ont donné aucun résultat.

» Il semble résulter cependant des observations postérieures de Schmidt [*Astronomische Nachrichten* (²)] que, pendant leur période d'affaiblissement, les étoiles variables sont un peu plus rouges que pendant l'augmentation d'intensité. Si cette observation est exacte, la dispersion dans le vide serait inverse de celle qui a lieu dans les substances transparentes, c'est-à-dire que les rayons violets se propageraient plus vite que les rayons rouges. Quelques observations de M. Belopolsky sur β Lyre tendent à la même conclusion.

» D'autre part, en comparant les courbes des vitesses radiales des étoiles orbitales δ Céphée et η Aigle données par M. Belopolsky, aux courbes d'éclat des mêmes étoiles d'après Argelander, on constate entre ces courbes une concordance remarquable avec, cependant, un retard des premières sur les secondes (vingt-six heures pour δ Céphée, quarante-six pour η Aigle).

» Or ces deux étoiles appartiennent à la catégorie des étoiles orangées.

(¹) Vol. XXVII, 1898.
(²) Vol. XCVIII, p. 88.

Les courbes d'éclat qui leur correspondent sont donc relatives à la longueur d'onde $\lambda = 600$ environ, tandis que les courbes des vitesses radiales ont été obtenues par l'observation de raies spectrales au voisinage de $\lambda = 440$. Le retard observé confirmerait, suivant M. Tikhoff, les observations précitées, puisque la radiation $\lambda = 600$ semble se propager moins vite que la radiation $\lambda = 440$.

» En attendant que de nouvelles observations viennent appuyer ces conclusions, on peut se proposer de chercher, par une méthode purement physique, si la vitesse de propagation d'une radiation est fonction de la longueur d'onde.

» Je crois qu'il est actuellement possible de traiter la question de la manière suivante :

» Il est probable que la dispersion de deux radiations λ et λ' (si toutefois elle existe) est d'autant plus considérable que λ et λ' diffèrent davantage.

» Or, d'après la théorie électromagnétique de la lumière, il n'y a pas de différence essentielle entre une onde lumineuse et une onde électromagnétique telle que la produisent les excitateurs de Hertz. L'une et l'autre sont engendrées par la transmission de proche en proche des vibrations de l'éther.

» La longueur d'onde des vibrations lumineuses est de l'ordre de grandeur du micron; celle des oscillations électriques les plus courtes de l'ordre du centimètre, c'est-à-dire *dix mille fois plus considérable*.

» Y a-t-il lieu de penser que la dispersion, pour deux radiations aussi distantes dans l'échelle des longueurs d'onde, soit assez importante pour pouvoir être mise en évidence?

» Remarquons d'abord que les nombres donnés jusqu'ici pour la vitesse de propagation de l'onde électromagnétique, quoique voisins de la vitesse de la lumière, diffèrent suffisamment de celle-ci pour que la dispersion puisse trouver place dans l'intervalle et s'élever à une valeur de plusieurs milliers de kilomètres par seconde.

» Cela posé, supposons que, dans une station A, on actionne un excitateur électrique et que, par des miroirs convenables, on envoie à une station éloignée B :

» 1° Un faisceau de radiations lumineuses issues de l'étincelle excitatrice;

» 2° Un faisceau de radiations électromagnétiques issues de la même étincelle.

» Supposons, en outre, qu'à son arrivée en B le faisceau lumineux soit concentré au foyer d'une lentille L et que l'onde électromagnétique, reçue d'abord par une plaque élevée, comme dans les expériences de télégraphie sans fil, vienne agir sur un appareil disposé de telle manière qu'à son arrivée l'onde soit signalée par un phénomène lumineux quelconque (une petite étincelle, par exemple).

» Supposons enfin que la distance des deux stations soit de 9^{km} et la dispersion de 1000^{km} par seconde. On trouve qu'il s'écoulera environ $\frac{1}{10000000}$ $\left(\frac{1}{10^7}\right)$ de seconde entre la réception de l'onde lumineuse et celle de l'onde électromagnétique.

» Cette durée, quoique très petite, pourrait être mise en évidence sans trop de difficultés en examinant par le miroir tournant et photographiant au besoin les deux phénomènes lumineux qui indiquent séparément la réception de chaque onde, savoir : l'apparition, au foyer de la lentille L, de l'image de l'étincelle excitatrice, et l'apparition, dans l'appareil pour ce disposé, de l'étincelle indicatrice de l'onde électromagnétique.

» Une expérience préliminaire à courte distance permettrait de mesurer le retard qui pourrait exister, pour des causes d'inertie, entre l'apparition de cette dernière étincelle et la réception de l'onde correspondante.

» Je me propose d'exécuter ces recherches, dès que les circonstances me le permettront. »

OPTIQUE. — *Sur les propriétés optiques de la luminescence résiduelle invisible.* Note de M. **Gustave Le Bon**, présentée par M. Poincaré.

« La plupart des corps frappés par la lumière conservent pendant un temps parfois très long la propriété d'émettre des radiations obscures formées parfois d'éléments fort divers. Niepce de Saint-Victor avait depuis longtemps montré l'action photographique de ces radiations, mais leurs propriétés optiques n'avaient pas été étudiées encore.

» C'est avec les corps pouvant acquérir d'abord la phosphorescence visible qu'on peut le mieux étudier le phénomène, qui est sans doute très général, de la lumière résiduelle invisible. Cette dernière succède toujours, en effet, à la phosphorescence que l'œil peut percevoir.

» 1° *Durée de l'émission et variation de l'intensité des rayons émis, en fonction du temps.* — Des écrans enduits de sulfure de calcium sont exposés à la lumière pendant quelques secondes puis transportés dans le tiroir d'une armoire placée dans un cabinet

entièrement obscur où aucune lumière n'a pénétré pendant toute la durée des expériences, c'est-à-dire pendant deux années. Vingt-quatre heures après que les écrans sont devenus entièrement obscurs, on met chacun d'eux au-dessus d'un cliché photographique au-dessous duquel est placé une plaque photographique sensible et l'on observe ce qui suit :

» 3 jours après l'insolation, on obtient une reproduction très vigoureuse du cliché en 2 heures. Au bout de 15 jours, la pose doit être de 12 heures. Au bout de 25 jours, de 30 heures. Au bout de 6 mois, de 40 jours [à ce moment, les radiations traversent une lame de mica mince ($0^{mm},05$) mais non une lame de verre]. Au bout de 18 mois, on n'obtient que des traces très vagues d'images après 60 jours de pose.

» Ce qui précède prouve que la luminescence résiduelle donnée par deux secondes d'exposition au Soleil a demandé dix-huit mois pour se dissiper graduellement.

» 2° *Propagation en ligne droite et réfraction.* — La propagation en ligne droite et la réfraction de la lumière résiduelle invisible sont démontrées par l'expérience suivante :

» Une statue enduite de sulfure de calcium délayé dans un vernis est exposée pendant quelques secondes à la lumière. Trois ou quatre jours après qu'elle est devenue entièrement obscure, on la met devant une chambre noire photographique placée dans une salle où n'a jamais pénétré la lumière du jour. La mise au point a été réglée d'avance. En se servant d'un objectif à portrait, à très grande ouverture, on a obtenu, avec des poses variant de huit à quinze jours, des images aussi parfaites que si elles avaient été obtenues à la lumière du jour. Les ombres varient à la volonté de l'opérateur, puisqu'elles ne dépendent que de la position donnée à la statue pendant l'insolation. Les parties noires à contours bien arrêtés figurant sur les épreuves accompagnant cette Note représentent des régions de la statue qui n'ont pas été recouvertes de sulfure, afin de bien prouver qu'aucune lumière étrangère n'a pénétré dans le laboratoire et n'a été l'origine des impressions obtenues [1].

» 3° *Polarisation.* — La double réfraction et par conséquent la polarisation sont démontrées par l'expérience suivante : une lame de spath d'Islande est introduite dans le système optique de l'objectif dont il a été fait précédemment usage et la statue est remplacée par deux tubes de verre en croix remplis de sulfure. En opérant, comme précédemment, quelques jours après l'extinction du sulfure on obtient sur un des axes de la croix deux images partiellement superposées dont l'intensité est moitié moindre que celle de la partie non dédoublée conformément à la théorie.

» 4° *Composition de la lumière émise.* — La netteté parfaite des images obtenues dans les expériences précédentes prouve déjà que l'indice de réfraction des lentilles pour les rayons obscurs est le même que pour la lumière visible. S'il en avait été autrement, la mise au point faite à la lumière ordinaire n'eût pas été exacte pour des

---

(1) Cette expérience a été répétée plusieurs fois pour moi, par M. Gaston Braun fils, dans une des caves de son établissement de photographie.

rayons de longueurs d'onde différentes, surtout avec un objectif à portrait dont la profondeur focale est à peu près nulle. Mais ce n'est là qu'une indication. Pour avoir la composition exacte des rayons actifs il eût fallu les disperser par un prisme et les photographier. Cette expérience est difficilement réalisable à cause de la nécessité d'employer, pour obtenir des photographies de spectres prismatiques un peu nettes, une fente très fine qui absorbe la presque totalité de la lumière. On a tourné la difficulté en employant un spectre artificiel composé de bandes de verre de couleur fixées sur une lame de verre incolore. Ce spectre a été exposé d'abord à la lumière ordinaire au-dessus d'une plaque sensible, et l'image ainsi obtenue après développement a été comparée aux images successives obtenues en interposant le même spectre artificiel entre l'écran de sulfure obscur et la plaque sensible. Les images ont été identiques dans les deux cas, c'est-à-dire presque nulles du rouge au vert, et très intenses sous le verre bleu.

» Des expériences précédentes on peut conclure : 1° qu'il y a identité complète entre la lumière solaire visible et la lumière absolument invisible émise par les corps qui ont vu la lumière du jour pendant un instant; 2° que cette luminescence résiduelle se conserve pendant fort longtemps, mais finit par se dissiper entièrement [1]. »

PHYSIQUE. — *Sur la source de l'énergie dans les corps radio-actifs.* Note de M. **William Crookes**, présentée par M. H. Moissan.

« A la fin de leur important travail, publié dans les *Comptes rendus* du 26 décembre 1898, M. P. Curie, Mme P. Curie et M. G. Bémont montrent que les nouveaux corps radio-actifs qu'ils ont découverts, polonium et radium, sont capables d'émettre de l'énergie sans aucune source apparente; agissant par là apparemment en contradiction avec le principe de

---

[1] Cette lumière résiduelle invisible vient parfois compliquer les résultats obtenus dans les expériences faites avec des métaux, et il importe de s'en débarrasser par un séjour très prolongé de ces métaux dans l'obscurité avant de les employer. Il n'y a d'ailleurs aucune analogie entre les radiations dues à la phosphorescence invisible dont il vient d'être question et les radiations émises par la face postérieure d'une lame métallique dont la face antérieure seule a été insolée. Ces radiations métalliques, que j'ai étudiées autrefois sous le nom de *lumière noire*, ne m'ont jamais donné de traces de polarisation par aucune des diverses méthodes employées, même après trois mois de pose. Il est donc probable qu'elles constituent une forme particulière d'énergie qui, ainsi que je l'ai déjà dit, ne saurait être de la lumière. L'action désélectrifiante de ces radiations est, comme je l'ai montré également, une de leurs propriétés caractéristiques.

la conservation de l'énergie. Ces corps, et à un moindre degré l'uranium et le thorium, paraissent tirer leur énergie de quelque réserve non soupçonnée jusqu'ici, qui se régénère constamment et dont le stock est inépuisable.

» Je me demande depuis longtemps comment concilier cette production apparemment illimitée d'énergie avec les règles acceptées aujourd'hui. Mais, comme le D[r] Johnstone Stoney nous le rappelle, les ressources des mouvements moléculaires sont loin d'être épuisées. Il y a de nombreuses réserves d'énergie dans la nature qui peuvent être offertes par des corps d'une constitution convenable, sans cause encore bien manifeste. Il y a quelque temps, j'ai appelé l'attention sur l'énorme quantité d'énergie emprisonnée dans l'éther; plus rapprochés de notre portée expérimentale sont les mouvements des atomes et des molécules, et il n'est pas difficile mentalement de modifier les *démons de Maxwell* de façon à les réduire au niveau d'une loi inflexible et à les amener ainsi dans le champ de vue d'un philosophe à l'application d'une méthode nouvelle. Il est possible de concevoir une cible capable de séparer des molécules de l'air environnant, les molécules qui se meuvent rapidement de celles qui se meuvent lentement. Cette séparation des molécules qui se meuvent rapidement se produit dans les liquides toutes les fois qu'ils s'évaporent, et, dans le cas des constituants de l'atmosphère, partout où elle contient des constituants assez légers pour s'échapper dans l'espace molécule par molécule.

» A mon point de vue je conçois une pareille cible sous la forme d'une pièce de métal ordinaire, plus froide que l'air environnant, acquérant l'énergie qui élève graduellement sa température de l'effet résistant de toutes ses rencontres avec les molécules de l'air autour d'elle; je conçois une autre cible d'une telle structure qu'elle rejette les molécules qui se meuvent lentement avec un échange peu considérable d'énergie, mais influencée de telle sorte par les projectiles qui se meuvent rapidement qu'elle s'approprie un peu de leur énergie. Admettons que l'uranium ou le thorium, corps possédant les atomes les plus denses, le polonium ou le radium, aient une structure qui leur permette de rejeter les molécules de l'atmosphère qui se meuvent lentement, tandis que les molécules à mouvement rapide se brisant à la surface ont leur énergie réduite et celle de la cible augmentée d'une façon correspondante. L'énergie ainsi gagnée paraît être employée partiellement pour dissocier quelques-unes des molécules du gaz (ou en produisant quelque autre condition qui a pour effet de rendre l'air ambiant, à un certain degré, conducteur de l'électricité) et partielle-

ment pour produire une ondulation à travers l'éther, laquelle, comme elle prend naissance dans des phénomènes qui ont aussi peu de connection que les chocs des molécules de l'air, doit fournir un fort contingent de légères ondulations de peu d'amplitude. La petitesse dans le cas de ces rayons Becquerel paraît s'approcher, sans l'atteindre, de l'extrême petitesse des rayons Röntgen ordinaires.

» La réduction de la rapidité des molécules à mouvement rapide refroidirait la couche d'air à laquelle elles appartiennent; mais ce refroidissement serait rapidement compensé par la radiation et la conductibilité de l'atmosphère environnante; dans des conditions ordinaires, la différence de température serait à peine perceptible, et le polonium ou radium sembleraient ainsi émettre perpétuellement des rayons d'énergie sans moyens apparents de reconstitution.

» L'énergie totale des deux mouvements, de translation et interne, des molécules emprisonnées dans l'air en repos, à une pression et une température ordinaires, est d'environ 180000 livres-pied dans chaque mètre cube d'air. En conséquence, l'air en repos dans une chambre de 4^m de hauteur, 8^m de largeur et 7^m de longueur, contient assez d'énergie pour actionner une machine d'un cheval-vapeur pendant quinze heures environ. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la peroxydation du cérium dissous dans les carbonates alcalins* (1). Note de M. **André Job**, présenté par M. Troost.

« Clève a décrit (2) le peroxyde de cérium, qu'il obtient, ainsi que beaucoup d'autres peroxydes, en faisant réagir l'eau oxygénée sur l'hydrate précipité. C'est un composé instable auquel il attribue la formule CeO^3. Les expériences qui vont suivre confirment l'existence d'un tel oxyde et lui donnent une importance toute nouvelle, en démontrant la possibilité de peroxyder le cérium en solution et de l'y maintenir à cet état sous une forme stable.

» J'ai déjà signalé (3) la solubilité des sels de cérium dans le carbonate neutre de potassium et la coloration d'un rouge intense que l'eau oxygénée

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale.

(2) *Bulletin de la Soc. chim.*, 2e série, t. XLIII, p. 57.

(3) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 246; 1898.

produit dans cette solution. J'en ai déduit un réactif du cérium plus sensible que les réactifs déjà connus. Cette coloration persiste quand tout excès d'eau oxygénée a disparu de la liqueur; elle peut même se conserver plusieurs mois. C'est dans de pareilles solutions que j'ai dosé l'oxygène disponible, et je vais indiquer comment on les prépare.

» Tout d'abord j'ai remarqué, comme je l'avais déjà fait pour le cobalt, que la solubilité du cérium varie beaucoup selon le degré d'oxydation. C'est ainsi que le précipité formé dans le carbonate de potassium par le nitrate céreux s'y redissout lentement à 60°. Celui du nitrate cérique ammoniacal se dissout à froid. Et la solubilité de ce dernier est encore augmentée si l'on ajoute d'avance au carbonate de potassium un peu d'eau oxygénée. On observe alors le phénomène suivant : les premières portions de la liqueur cérique arrivant dans le mélange oxydant y demeurent presque insolubles, et elles n'entrent en dissolution qu'au moment où l'on a mis au contact de l'eau oxygénée tout le cérium qu'elle est capable de peroxyder. Ainsi des quantités croissantes d'eau oxygénée favorisent la dissolution du cérium, mais un excès d'eau oxygénée le rend presque complètement insoluble (1). Dès lors, pour préparer une liqueur peroxydée riche en cérium :

» Dans une solution concentrée de carbonate de potassium on verse successivement, à molécules égales, de l'eau oxygénée, puis du nitrate cérique ammoniacal; on agite quelques instants, et l'on a une liqueur limpide très colorée, dont un litre peut contenir jusqu'à 40^{gr} de bioxyde de cérium pour 280^{gr} de carbonate alcalin. On peut aussi employer le bicarbonate de potassium, mais la solubilité du cérium y est moins grande.

» Une telle liqueur se conserve très longtemps à la température ordinaire. Les dosages d'oxygène disponible ont montré qu'elle est d'ailleurs très voisine de la peroxydation complète. En effet, si l'on y ajoute un léger excès d'eau oxygénée, insuffisant pour rendre le cérium insoluble, on voit la liqueur perdre de l'oxygène pendant une journée, puis sa composition se fixe et demeure tout à fait invariable dans l'espace d'une semaine. Elle correspond alors exactement à la formule CeO^3.

» Il me reste à décrire la méthode d'analyse que j'ai employée. Les méthodes usitées en pareil cas consisteraient à porter le cérium peroxydé dans une solution acide pour y mesurer son pouvoir oxydant. Les essais que j'ai tentés ainsi m'ont donné des résultats variables et beaucoup trop faibles.

(1) Le précipité qui se produit alors paraît plus oxydé que la liqueur. Je ne suis pas encore complètement fixé sur sa nature.

J'ai obtenu, au contraire, des résultats très concordants et très précis en dosant directement l'oxygène disponible au sein de la liqueur alcaline elle-même par une méthode générale d'analyse que j'ai fait connaître ([1]) et qui m'a déjà permis de fixer la formule des solutions vertes de cobalt ([2]). Le pyrophosphate ferreux sodique réduit instantanément le cérium à l'état céreux quel que soit son degré d'oxydation. L'analyse se fait alors très simplement en versant la solution oxydante dans un excès de réducteur ferreux, puis en dosant par le permanganate de potassium le reste de ce réducteur.

» Les conditions du dosage méritent d'être notées. Tout d'abord, d'une manière générale, les virages sont rendus plus nets par l'addition au réducteur ferreux d'une petite quantité de bicarbonate de potassium. Dans le cas présent, la liqueur ferreuse, après l'addition de l'oxydant percérique, est tantôt limpide et incolore, tantôt troublée par un précipité d'un blanc très pur; le fer et le cérium y sont tous deux au minimum d'oxydation. Le permanganate de potassium, versé goutte à goutte, ne produit d'abord aucun changement de teinte. Puis il vient un instant où l'on saisit très nettement l'apparition d'une coloration jaune. A ce moment, l'oxydation du fer est terminée, celle du cérium commence, et la quantité de permanganate qu'on a versée est justement celle qui mesure le reste du réducteur ferreux. Le cérium lui-même a joué le rôle d'indicateur d'oxydation, et le dosage est fait. Mais si l'on continue d'ajouter lentement le permanganate, le trouble (s'il y en avait un) disparaît, la coloration jaune s'accentue, marquant ainsi que l'oxydation du cérium céreux se poursuit, et l'on observe bientôt un second virage, moins net, en vérité, que le premier, mais encore facile à saisir. La coloration, qui était d'un jaune pur, s'assombrit en se teintant de brun. Le degré cérique est alors atteint pour la totalité du cérium. Si l'on note à ce moment la quantité de permanganate de potassium qu'on a versée entre les deux virages, elle représente le pouvoir oxydant du cérium total porté seulement à l'état cérique. Une seule expérience, par l'observation de ces deux virages successifs, pourrait donc donner à la fois le dosage du cérium contenu dans une liqueur et celui de l'oxygène qu'il a fixé. En réalité, pour doser le cérium je n'emploie pas ce procédé, mais celui que j'ai indiqué dans une Note récente ([3]).

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 59.
([2]) *Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 100.
([3]) *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 101.

» Le cérium dissous dans les carbonates alcalins peut donc se présenter sous trois états : l'état céreux qui correspond à l'oxyde Ce^2O^3, l'état cérique CeO^2 et l'état percérique CeO^3. Il conviendra de comparer leurs stabilités au contact de l'air. J'ai, dès à présent, constaté que la capacité d'oxydation par l'air dépend beaucoup de la nature du sel qu'on a dissous dans le carbonate alcalin. Ainsi la solution du nitrate cérique ammoniacal demeure à l'état cérique sans que l'air y produise même un commencement de peroxydation; tandis que la solution du nitrate céreux passe d'abord à l'état cérique, puis continue d'elle-même à fixer l'oxygène de l'air jusqu'à une limite qui dépend de la dilution. Ces phénomènes feront l'objet d'une étude spéciale. Je décrirai aussi ultérieurement avec détails les composés solides qui se séparent des liqueurs alcalines céreuses, cériques et percériques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Triacétylmorphine et oxydation de la morphine.* Note de M. **H. Causse**, présentée par M. H. Moissan.

« La morphine a pour formule $C^{17}H^{19}AzO^3$ et contient trois atomes d'oxygène. MM. Beckett et Wright d'abord, M. Hesse ensuite, ont obtenu, par l'action des chlorures ou des anhydrides d'acides, des dérivés bisubstitués; d'où l'on a déduit que, sur les trois atomes d'oxygène, deux sont hydroxylés. En outre, d'après les recherches de M. Grimaux, les deux hydroxyles sont différents, l'un phénolique, l'autre alcoolique, probablement secondaire. Les tentatives faites pour obtenir des composés trisubstitués étant restées sans résultats, la nature du troisième atome d'oxygène est indécise. M. Knorr l'envisage comme indifférent et servant de liaison, ainsi qu'il arrive dans les oxazines, où l'atome d'oxygène en position ortho, par rapport à l'azote en para, relie deux groupes CH^2; pour M. Vio l'oxygène ferait partie d'un groupement éthéré.

» Je me propose de montrer que la morphine contient le troisième atome d'oxygène sous forme de carboxyle CO, et qu'elle est susceptible de donner un dérivé triacétylé.

» Triacétylmorphine. — $C^{17}H^{17}Az(C^2H^3O^2)^3H^2O$. — On dissout 10gr de morphine dans 150gr d'anhydride acétique, on ajoute 10gr d'acétate de sodium sec et fondu, 10gr de poudre de zinc; on chauffe à l'ébullition au réfrigérant à reflux jusqu'à dissolution complète du zinc, ce qui demande huit à neuf heures, et on laisse refroidir complètement; il se forme une cristallisation abondante, composée d'acétates de zinc et de sodium

retenant tout le liquide, on la délaye dans l'anhydride acétique, on essore. La partie filtrée est distillée jusqu'à consistance sirupeuse; le résidu est, après refroidissement, dissous dans 500^{cc} d'eau distillée, on laisse en contact plusieurs heures, on décolore au noir, on filtre et l'on y verse de l'ammoniaque étendue; il se sépare un précipité blanc cristallisé, qui est lavé à l'eau distillée, ensuite séparé et séché. Pour le purifier on le dissout dans dix fois son poids d'alcool méthylique anhydre et bouillant; par le refroidissement il se dépose des cristaux tabulaires incolores de triacétylmorphine.

» *Propriétés.* — La morphine triacétylée cristallise avec 1 molécule d'eau, qu'elle perd à 115°; à l'état hydraté elle est fusible à 155°, anhydre à 158°. Le dérivé monacétylé α fond à 187° (Beilstein), le dérivé diacétylé à 171°-172° (Bœyer), 169° (Hesse); ses solutions alcooliques dévient à gauche et le pouvoir rotatoire est $[\alpha]_D = -180°$. La triacétylmorphine est insoluble dans l'eau, dans les alcalis caustiques ou carbonatés à froid, elle est soluble dans l'alcool méthylique ou éthylique, surtout bouillants. Le perchlorure de fer, l'acide sélénieux et l'acide azotique ne donnent aucune coloration.

» *Composition.* — L'analyse de la triacétylmorphine hydratée nous a donné : C, 64,3, 64,2; H, 7. Calculé pour la formule $C^{23}H^{27}AzO^6, H^2O$: C, 64,0; H, 6,7.

» *Détermination des acétyles.* — Elle a été faite en saponifiant le dérivé triacétylé soit par la potasse alcoolique à $+100°$ en tube scellé, soit par l'eau de baryte additionnée de son volume d'alcool. Dans le premier cas, nous avons obtenu $6^{cc},4$, dans le second 7^{cc} de soude normale, soit en moyenne $6^{cc},7$, pour 1^{gr} de produit, ce qui correspond à 0,402 d'acide acétique; la théorie indique 0,417; enfin, la détermination cryoscopique, observée comparativement avec la morphine, conduit au nombre 420; la théorie donne 413.

» La formation de triacétylmorphine peut être interprétée comme il suit : sous l'influence de l'hydrogène naissant, dû à la réaction du zinc sur l'acide acétique formé, le carboxyle CO se transforme en COH, qui est alors éthérifié par l'anhydride acétique.

» La triacétylmorphine donne des sels très solubles, et difficiles à obtenir en cristaux nets; cependant l'oxalate est en houppes soyeuses et solubles; on l'obtient en dissolvant la morphine triacétylée dans une solution aqueuse concentrée d'acide oxalique, évaporant presque à siccité et abandonnant le tout sous la cloche à acide sulfurique.

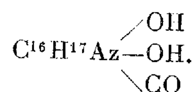
» Oxydation de la morphine par l'acide iodique. — L'existence d'un dérivé triacétylé, obtenu dans les circonstances précédentes, rendait probable la présence d'un groupe CO; nous avons cherché à le mettre en évidence en oxydant la morphine avec l'acide iodique.

» On dissout 10^{gr} de morphine dans 50^{cc} d'acide acétique; on étend à 1^{lit} avec de l'eau distillée, la solution est versée dans un ballon fermé par un bouchon à trois trous : l'un reçoit un tube qui amène de l'oxygène pur, le second un tube à brome, le troisième est relié à un flacon contenant une solution concentrée d'iodure de potassium, muni de deux autres flacons remplis d'eau de baryte. On porte à l'ébullition, on fait arriver l'oxygène; lorsque les gaz sortant de l'appareil ne troublent plus l'eau de baryte, on introduit, à l'aide du tube à brome et par petites portions, une solution d'acide iodique au cinquième; de l'iode distille, l'eau de baryte dépose du carbonate et, quand les vapeurs d'iode cessent d'apparaître, on met fin à l'opération.

» Le carbonate de baryte formé est séparé, lavé et titré acidimétriquement; nous

avons trouvé : HCl normal neutralisé $6^{cc},7$, soit 0,1474 de CO^2; la théorie pour la réaction $C^{17}H^{19}AzO^3 - CO^2$ donne 0,145, ou une molécule d'acide carbonique pour une molécule de morphine.

» Des faits précédents nous pensons, d'une part, pouvoir conclure que la morphine contient le troisième atome d'oxygène sous forme de CO; d'autre part, exprimer nos connaissances sur la nature des trois atomes d'oxygène contenus dans la molécule de cet alcaloïde, par la formule suivante

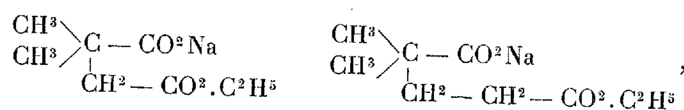


» Il reste à établir les rapports de CO avec les autres parties de la molécule; je me propose d'en faire l'objet d'une Communication ultérieure. »

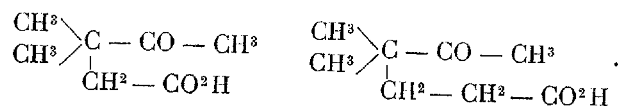
CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les chlorures-éthers des acides bibasiques* [1]. Note de M. E.-E. Blaise, présentée par M. Friedel.

« Ces recherches ont été entreprises en vue de réaliser la synthèse des acides diméthyllévulique et diméthylhexanonoïque, produits d'oxydation respectifs du campholène et de l'acide β-campholénique.

» On sait que, lorsqu'on traite l'anhydride camphorique par l'éthylate de sodium, on obtient un sel-éther ortho, dans lequel la fonction la plus acide est éthérifiée, la moins acide fixant l'atome de sodium; à partir des anhydrides diméthylsuccinique et diméthylglutarique dissymétriques, on devait donc arriver aux sels-éthers



puis aux chlorures-éthers correspondants. Ceux-ci, traités par le zinc-méthyle, conduisaient respectivement aux acides diméthyllévulique et diméthylhexanonoïque



(1) Travail fait au laboratoire de M. le professeur Friedel.

» Le chlorure-éther succinique a été déjà obtenu par MM. Michaelis et Hermens (*D. ch. G.*, t. XXV, p. 2748) en traitant le succinate d'éthyle et de sodium par l'oxychlorure de phosphore et distillant dans le vide la masse solide obtenue. Le corps ainsi préparé est très impur, bien que bouillant à une température presque fixe de 113° sous 40^{mm}. Les éthers-acides, d'une part, et les chlorures-éthers, d'autre part, sont, en effet, des corps peu stables et qui, sous l'influence de la chaleur, subissent plusieurs sortes de décompositions.

» Lorsqu'on distille dans le vide un éther-acide, on le transforme partiellement en un mélange d'éther neutre et d'acide; celui-ci s'anhydrise et le produit distillé renferme un mélange d'anhydride, d'éther neutre et d'éther-acide.

» Si l'on distille dans les mêmes conditions un chlorure-éther, on lui fait subir une transformation analogue en dichlorure et éther neutre; mais il subit, en outre, une décomposition en chlorure d'éthyle et anhydride et le corps qui passe à la distillation est un mélange d'éther neutre, de dichlorure et de chlorure-éther, l'anhydride qui bout à température plus élevée restant dans l'appareil distillatoire.

» Les transformations précédentes sont d'ailleurs réversibles; car, si l'on distille, à la pression ordinaire, un mélange équimoléculaire d'éther neutre et de dichlorure, on obtient une quantité considérable d'anhydride. Il s'est donc formé intermédiairement un chlorure-éther qui s'est ensuite décomposé en chlorure d'éthyle et anhydride. Cette réaction s'effectue encore, quoiqu'à un degré très faible, par distillation dans le vide.

» La composition des chlorures-éthers obtenus peut être étudiée par deux méthodes; la première consiste à traiter le corps par le zincméthyle : l'éther neutre reste inattaqué, tandis que le dichorure et le chlorure-éther fournissent respectivement une olide et un éther cétonique; mais il est beaucoup plus simple d'employer comme réactif la phénylhydrazine en solution éthérée: on obtient ainsi un dihydrazide fort peu soluble et qui se précipite en même temps que du chlorhydrate de phénylhydrazine, tandis que l'hydrazide-éther et l'éther neutre restent en solution.

» Me fondant sur les expériences précédentes, j'ai cherché à éviter, dans la préparation des chlorures-éthers, toute élévation de température susceptible de provoquer une décomposition. J'ai atteint ce but en opérant de la manière suivante :

» On prépare d'abord le sel-éther en ajoutant peu à peu la quantité calculée d'éthylate de sodium à la solution alcoolique de l'anhydride refroidie dans la glace.

En opérant avec de l'alcool absolu et dans l'eau glacée, on peut éviter toute formation de sel neutre. Le sel-éther est soluble (succiniques) ou peu soluble et se précipite (glutariques); dans les deux cas, on chasse complètement l'alcool par distillation dans le vide. Le résidu est redissous dans l'eau, acidifié et épuisé à l'éther. Ce solvant est distillé dans le vide et le résidu séché dans le vide sulfurique pendant quarante-huit heures; on y ajoute alors la quantité théorique de trichlorure de phosphore et l'on chauffe au bain-marie vers 60° pendant une heure. Par refroidissement, l'anhydride phosphoreux forme une couche pâteuse dont on peut séparer le chlorure-éther par simple décantation.

» J'ai appliqué cette méthode aux acides succinique, diméthylsuccinique dissous et diméthylglutarique αα, et les chlorures-éthers obtenus ont été traités directement par le zinc méthyle. J'ai pu réaliser ainsi la synthèse des acides lévulique (F. 32°; semicarbazone, F. 187°), diméthyllévulique ββ (Éb. 151°-152° sous 18^{mm}; semicarbazone, F. 190°; éther éthylique, Éb. 106°-107° sous 20^{mm}) et diméthyl-33-hexanone-2-oïque-6 (F. 48°, Éb. 166°-169° sous 18^{mm}; semicarbazone, F. 185°; éther éthylique, Éb. 115°-120° sous 18^{mm}). Ces deux derniers sont identiques à ceux qui ont été obtenus par oxydation du campholène et de l'acide β-campholénique. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *L'assimilation des hydrates de carbone et l'élaboration de l'azote organique dans les végétaux supérieurs.* Note de M. **Mazé**, présentée par M. Duclaux.

« La question de l'élaboration des matières albuminoïdes dans les végétaux supérieurs est un des problèmes les plus intéressants de la Physiologie végétale. Un certain nombre de Savants admettent que la transformation des nitrates et de l'ammoniaque en matières albuminoïdes se fait exclusivement dans les végétaux exposés à la lumière. (Pagnoul, E. Laurent, Godlewsky.) D'autres, au contraire, tout en regardant les feuilles comme les organes les plus actifs de l'élaboration des matières protéiques, admettent que les nitrates sont assimilés par les parenchymes médullaires, les extrémités végétatives des racines, sans le secours de l'énergie apportée par les radiations solaires, de même qu'ils peuvent être absorbés et transformés par les végétaux placés à l'obscurité. (Franck, Hausteen, Kinoshita.)

» Si l'on considère ce qui se passe dans les graines en voie de germination, on voit que les albuminoïdes de réserve subissent d'abord une dégradation plus ou moins complète sous l'influence des diastases; ils se transforment ensuite en acides amidés, en asparagine, et même en ammoniaque. Sous ces différents états, l'azote émigre des cotylédons ou de l'albumen vers l'embryon, où il s'organise de nouveau aux dépens des

sucres réducteurs provenant des réserves hydrocarbonées, ou fournis plus tard par la fonction chlorophyllienne.

» Pendant une période plus ou moins longue de son existence, la plantule vit sur les réserves de la graine; elle en brûle une partie pour se procurer la chaleur nécessaire à l'organisation de l'autre. Il semble donc que l'on puisse prolonger la durée de ce mode d'existence, si l'on prend la précaution d'offrir au végétal des composés endothermiques capables de lui fournir à la fois du carbone organique et de l'énergie pour la synthèse de ses éléments constituants.

» Pour le démontrer, j'ai fait germer des vesces de Narbonne à l'obscurité et à l'abri des microbes, suivant les procédés que j'ai exposés dans les *Annales de l'Institut Pasteur* (janvier 1898). Quand les tiges ont acquis 8^{cm}-10^{cm} de longueur, on les place dans des solutions nutritives stérilisées, ainsi composées :

Eau distillée	1000
Glucose	quantité variable
Phosphate de potassium	1
Azotate de sodium	1
Carbonate de calcium	2
Sulfate de magnésium	0,2
Sulfate ferreux	0,2
Chlorure de manganèse	0,2
Chlorure de zinc	traces

» Les plantes ont été soustraites à l'action de la lumière pendant toute la durée de l'expérience. Le Tableau suivant résume les résultats obtenus dans une série de cultures :

	Durée de l'expérience.	Glucose.	Poids sec de la plante.	Poids sec de la graine.	Assimilation.
	jours	pour 100.	mgr	mgr	mgr
N° 1	50	1	269	202,8	66,2
N° 2	39	2	276,7	Id.	73,9
N° 3	92	4	838,2	Id.	635,4
N° 4	92	6	710	Id.	507,2
N° 5, témoin	53	0	161,6	Id.	— 41,2
N° 6, id. sans azote	»	0	133,4	Id.	— 69,4

» Ces chiffres montrent que la plante peut emprunter son carbone organique au glucose et tirer de ce composé l'énergie nécessaire pour élaborer les matières albuminoïdes aux dépens de l'azote nitrique, à l'abri de la lumière.

» L'aspect des plantes nourries avec du glucose diffère beaucoup de

celui des témoins. Ceux-ci ne possèdent comme racines qu'un long et mince pivot presque dépourvu de ramifications; la tige longue et grêle s'amincit de plus en plus vers l'extrémité.

» Les premières, au contraire, possèdent des racines tout à fait normales; le pivot est fort, très bien ramifié de la base au sommet; les tiges atteignent une longueur démesurée : la plante n° 3 a $1^m,30$; avec les ramifications, $1^m,51$; le n° 4, $1^m,65$; les feuilles sont minuscules, d'aspect parcheminé; les folioles restent fermées.

» Les nitrates se rencontrent dans les tiges jusqu'au voisinage du dernier entre-nœud. Le sulfate de diphénylamine ne le décèle plus dans cette région, dont la longueur, comptée à partir de l'extrémité, est de 8^{cm}-10^{cm}. Les méristèmes, les portions de tiges en voie de différenciation ou de croissance intercalaire constituent donc les centres les plus actifs de la transformation des nitrates.

» Les plantes supérieures peuvent donc vivre comme les végétaux dépourvus de chlorophylle, aux dépens de matières organiques toutes faites, à l'abri de la lumière; mais, dans les conditions naturelles de leur développement, elles ne peuvent pas leur demander les éléments dont elles ont besoin; les bactéries et les moisissures, douées d'une puissance de prolifération extraordinaire, mieux armées à tous les points de vue dans cette lutte avec les végétaux supérieurs, s'emparent des matières organiques, les dégradent et les brûlent en donnant généralement comme résidus l'acide nitrique et l'acide carbonique qui sont, on le sait, les aliments par excellence des végétaux à chlorophylle. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'Ordovicien de la presqu'île de Crozon (Finistère).* Note de M. F. **Kerforne**, présentée par M. de Lapparent.

« L'Ordovicien de la presqu'île de Crozon a été subdivisé en : 1° grès armoricain; 2° schistes d'Angers; 3° grès de Kerarvail; 4° schistes de Morgat; 5° calcaire de Rosan, celui-ci à faune nettement ordovicienne mais à stratigraphie obscure.

» Nos recherches stratigraphiques et paléontologiques dans cette région nous ont permis de reconnaître quelques autres niveaux et de préciser la position stratigraphique des anciens.

» Nous y avons reconnu les niveaux suivants :

» 1° *Grès armoricain.* — Il présente les caractères lithologiques habi-

tuels, bien connus. Il repose au sud en concordance sur le Cambrien (Cap de la Chèvre, Guern); mais plus au nord (Crozon, baie de Dinan, Port-Naye), nous avons reconnu qu'il reposait en transgression sur le Précambrien, quelquefois par l'intermédiaire de bancs poudingiformes (Crozon). Quand le contact paraît n'avoir pas lieu par faille, il semble y avoir concordance. Étant donnée la netteté de cette transgression, cette concordance est sans doute plus apparente que réelle. Le grès est beaucoup plus épais là où il repose sur le Cambrien; les bancs inférieurs sont feldspathiques et même kaolinifères (Cap de la Chèvre); si la transgression du grès armoricain est prise pour limite entre le Cambrien et l'Ordovicien, il est donc naturel de penser que les bancs inférieurs feldspathiques du Cap de la Chèvre et du Menez-Hom appartiennent encore au Cambrien.

» 2° *Schistes du Courijou.* — Ils présentent les caractères lithologiques et fauniques bien connus des schistes à Calymènes. *Calymene Tristani* Brongn. y est abondant. Ils sont particulièrement fossilifères et faciles à étudier au Courijou, près Camaret.

» 3° *Grès de Kerarvail.* — Il n'a pas encore fourni de fossiles. Il est bien représenté au sud, quoique peu épais; au nord, il est peu ou point développé.

» 4° *Schistes de Morgat.* — Ils sont plus fossilifères que les schistes inférieurs. Les Lamellibranches surtout et les Ostracodes y sont abondants; ces fossiles sont disposés en lits successifs recouvrant la surface des bancs. Les Trilobites de la base s'y retrouvent; *Placoparia Tourneminei* Rou., inconnu dans les schistes inférieurs, y est assez abondant.

» 5° *Schistes de Kerarmor.* — Ce sont aussi des schistes noirs et argileux; ils contiennent, entre autres fossiles : *Trinucleus Bureaui* OEhl. associé à *Calymene Tristani* Brongn. J'ai reconnu ce niveau à Kerarmor, à la plage des Pois et à la Mort-Anglaise.

» 6° *Schistes de Raguenez.* — Faisant suite aux précédents, peu épais, ils contiennent une faune analogue à celle d'Ecalgrain (Manche) : *Trinucleus* sp. (cf. *Trin. Grenieri* Berg.), *Dalmanites socialis* Barr., *Dalmanites incertus* Desl. sp., *Calymene Aragoi* Rou., de grande taille (cf. *Cal. Lennieri* Berg.), *Bellerophon acutus* Sow., *Bell. Deslongchampsi* d'Orb., *Pleurotomaria Bussacensis* Sh., etc. J'ai reconnu ce niveau à Raguenez, à Morgat, à Camaret (plage des Pois), à la Mort-Anglaise.

» 7° *Grès de Camaret.* — Au-dessus de ces schistes vient, au nord de la presqu'île, une puissante masse de grès blanc ou bleuâtre, argileux et micacé, avec lits psammitico-schisteux noirs intercalés, rapportés au Silu-

rien supérieur. Les bancs inférieurs sont bruns, argileux, de structure glanduleuse et hétérogène; nous avons trouvé dans ces bancs des *Orthis*, des plaques de *Cystidées*, *Illœnus* sp., un fragment de *Trinucleus* indéterminable. La masse de grès est surmontée de schistes noirs argileux et argilo-gréseux qui ne m'ont fourni aucun fossile, mais supportent les grès très réduits du Gothlandien, surmontés eux-mêmes des Ampélites. Au nord de la Tavelle, surtout dans un petit ravin qui coupe perpendiculairement la falaise, on constate nettement la présence de grès au-dessous des Ampélites.

» Au sud, les grès de Camaret sont en général moins développés, les schistes intercalés y sont ordinairement plus abondants et la qualification de *schistes et quartzites* peut leur être donnée en quelques points. Ils sont fossilifères à Morgat où ils ont fourni à M. Seunes quelques Lamellibranches et un fragement d'*Homalonotus*. Stratigraphiquement et paléontologiquement ils appartiennent donc à l'Ordovicien.

» 8° *Calcaires et Tufs de Rosan.* — Ce niveau, probablement représenté au nord par les schistes sans fossiles qui surmontent les grès, n'est bien reconnaissable et fossilifère qu'au sud. Il est représenté par des tufs, tantôt seuls, tantôt accompagnés de quelques bancs de calcaire. M. Barrois, en étudiant sa faune, a reconnu qu'elle était ordovicienne; je ne puis guère ajouter à sa liste qu'un petit *Illœnus*, dont j'ai trouvé quelques pygidiums.

» La position stratigraphique du calcaire de Rosan a été méconnue à cause du facies *schistes et quartzites* qu'affectent quelquefois les grès subordonnés et de la rareté des fossiles dans les tufs sans calcaire qui le représentent en certains points. A Morgat, nous avons constaté dans des tufs, nettement intercalés entre les grès de Camaret et les grès gothlandiens surmontés des Ampélites, la présence de fossiles de Rosan : *Orthis*, *Polypiers*, etc. Cette bande de Morgat, qui se retrouve au cap Raguenez, occupe une position normale et bien définie. Elle reparaît par faille un peu plus au nord, contenant des bancs calcaires en certains points (Rosan, Lostmac'h) mais composée seulement de tufs en d'autres (Morgat), comme à sa première apparition.

» Dans cette région l'activité éruptive, étudiée par M. Barrois ([1]), est localisée au sud et présente son maximum d'intensité au niveau de Rosan. »

([1]) Barrois, *Mém. sur les érupt. diab. du Menez-Hom*; 1889.

M. **Roulliès** demande l'ouverture d'un pli cacheté, déposé par lui dans la séance du 4 avril 1898 et relatif à la « Stéréoscopie des rayons X ».

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, contient la Note suivante :

« Nous entendons par *stéréoscopie des rayons X*, la vision directe du relief stéréoscopique sur l'écran.

» Le principe de notre méthode est basé sur la persistance des images rétiniennes. Par un dispositif spécial, l'image de l'objet éclairé vient alternativement frapper l'œil droit et l'œil gauche : la superposition accommodative des deux images réalise ainsi la production du relief.

» Pour obtenir ce résultat, deux ampoules situées dans le même plan, distantes de quelques centimètres, éclairent alternativement l'objet sur l'écran : d'où production de deux images, image droite et image gauche, que les yeux confondraient; mais un obturateur spécial, synchrone à l'éclairage des ampoules, ne permet la perception de chaque image que par un seul œil à la fois. Les images de cet objet sont donc alternativement vues par l'œil droit et par l'œil gauche.

» Les alternances étant d'une grande fréquence, l'impression rétinienne persiste encore sur l'œil obturé quand l'image réelle se produit sur l'œil ouvert. La vision de deux images nécessaires à la production du relief se trouve donc ainsi réalisée. »

M. **de Bourgon** adresse des épreuves photographiques montrant que le verre isométrope arrête complètement les rayons Röntgen.

M. **Vert** adresse une Note relative à un aérolithe observé à Rio de Janeiro le 21 décembre, à $7^h 25^m$ du soir.

Son apparition s'est produite à peu près dans la constellation du Taureau; il est resté visible un peu plus d'une minute et s'est éteint sans bruit, après avoir parcouru environ 30° à 40° dans la direction de l'ouest.

A 4 heures un quart l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 2 janvier 1899.
(*Suite.*)

Meteorological observations made at the Adelaide observatory, year 1895, the Charles Todd. Adelaide, printed by C. E. Bristow, 1898; 1 vol. in-4°.

Archives italiennes de Biologie. Directeur : M. A. Mosso. Tome XXX. Turin, Hermann, 1898; 1 fasc. in-8°.

The geographical journal, London. Vol. XIII. 1899; 1 fasc. in-8°.

Association of economic entomologists, Washington. 1898; 1 broch. in-8°.

Boletin de la Sociedad geografica de Madrid. N° 14. Septembre, 1898; 1 fasc. in-8°.

Anales de la Sociedad cientifica Argentina. Director : Angel Gallardo. Buenos-Aires, 1898; 1 fasc. in-8°.

Journal of the royal microscopical Society, London. Décembre, 1898, part. 6; 1 broch. in-8°.

Wiener klinische Wochenschrift, Wien. N° 52. 1 fasc. in-4°.

Statistik van het Koninkrijk der Nederlanden. November, 1898; 1 fasc. in-4°.

Metoreological service, Dominion of Canada. 1898; 1 fasc. in-8°.

Pharmaceutical journal, Saturday. N° 1488. 1 fasc. in-8°.

Bulletin économique de l'Indo-Chine. N° 6. Saïgon, 1898; 1 fasc. in-8°.

Memorie della Società degli Spettroscopisti italiani, par Tacchini. Tome XXVII. Rome, 1898; 1 fasc. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 9 janvier 1899.

La Chimie de la cellule vivante, par Armand Gautier, Membre de l'Institut. Paris, Masson et Cie, Gauthier-Villars; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Traité élémentaire de Météorologie, par Alfred Angot. Paris, Gauthier-Villars, 1899; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Mascart.)

Les formes épitoques et l'évolution des Cirratuliens, par MM. Maurice Caullery et Félix Mesnil. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1898; 1 vol. in-8°.

(Présenté par M. Edmond Perrier; renvoyé au concours du prix d'Embryogénie.)

Association française pour l'avancement des Sciences. Comptes rendus de la 26e Session, Saint-Étienne, 1897, *et 27e Session, Nantes,* 1898. Paris, Masson et Cie; 2 vol. in-8°. (Présentés par M. Brouardel.)

Considérations sanitaires sur l'Expédition de Madagascar, par le Dr G.-A. Reynaud, Médecin en chef des Colonies. Paris, L.-Henry May; 1 vol. in-8°. (Renvoyé au prix de Médecine et Chirurgie.)

Recherches sur les Faunes marine et maritime de la Normandie, par Henri Gadeau de Kerville. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1898; 1 vol. in-8°.

Recherches sur les Caratis de Colombie, par le Dr Moutoya y Florez. Paris, Jouve et Boyer, 1898; 1 vol. in-8°.

Annuaire de la Société des Touristes du Dauphiné, 1897. Tome III. Grenoble, Allier frères, 1898; 1 vol. in-8°.

Essai sur un nouveau signe clinique : la pulsation du pied, par le Dr Silvio Tatti. Buenos-Aires, J. Peuser, 1898; 1 br. in-8°.

Sur les racines de l'équation $\frac{e^{x^2} d^m e^{-x^2}}{dx^m} = 0$, par André Markoff. Saint-Pétersbourg, Imprimerie de l'Académie impériale des Sciences, 1898; 1 br. in-4°.

Travaux de la Section géologique du Cabinet de Sa Majesté (*Ministère de la Maison de l'Empereur*). Vol. I : livr. I à III; Vol. II : livr. I à III; Vol. III : livr. I. Saint-Pétersbourg, 1898; 7 fasc. in-8°.

Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève. Tome XXXIII. Paris, G. Fischbacher, 1898; 1 vol. in-4°.

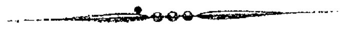
Atti della reale Accademia di Archeologia, Lettere e Belle Arti. Vol. XIX. 1897-1898. Napoli, stab. tip. della R. Universita, 1898; 1 vol. in-4°.

Annuaire de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, 1899. Bruxelles, Hayez, 1899; 1 br. in-8°.

Atti del R. Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti. Tomo LV; dispensa III à X, et tomo LVI, dispensa I à VII. Venezia, Carlo Ferrari, 1897-1898; 15 vol. in-8°.

Reale Istituto lombardo di Scienze e Lettere. Rendiconti. Vol. XXX. Milano, Ulrico Hoepli, 1897; 1 vol. in-8°.

Le Opere di Galileo Galilei. Vol. VIII. Firenze, G. Barbera, 1898; 1 vol. in-4°.



COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 JANVIER 1899,

PRÉSIDENCE DE M. VAN TIEGHEM.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Quelques remarques sur le prolongement des fonctions.* Note de M. **Émile Picard.**

« Dans l'avant-dernier numéro des *Comptes rendus,* M. Fabry a fait quelques remarques d'un grand intérêt sur la notion du prolongement d'une fonction. Il se place au même point de vue que M. Borel dans sa thèse, et cherche à généraliser la notion de prolongement d'une fonction devenue classique en Analyse depuis les travaux de Weierstrass. En lisant autrefois la thèse de M. Borel, j'avais eu à ce sujet une idée qui, convenablement poursuivie et précisée, pourrait peut-être conduire à quelques résultats. Il est clair que, si l'on ne se borne pas, comme Weierstrass, à un prolongement *analytique,* le problème devient très indéterminé; cependant, on peut ne pas abandonner complètement le point de vue du

prolongement analytique, mais *en augmentant le nombre des variables*. Prenons, par exemple, la partie réelle $u(x, y)$ d'une fonction analytique de $z = x + iy$, qui aurait pour coupure une certaine courbe fermée C; la fonction u est définie à l'intérieur de C et n'a aucune signification en dehors de C en se plaçant au point de vue usuel. Or, supposons qu'on puisse trouver une fonction *analytique* réelle

$$F(x, y, t)$$

des trois variables réelles x, y et t, fonction définie pour toute valeur réelle de x, y et t (quand t n'est pas nul), et pour toute valeur de (x, y) correspondant à un point non situé sur la courbe C, quand t est nul. On suppose de plus que l'on ait dans C

$$F(x, y, 0) = u(x, y).$$

On peut alors aller d'un point A (à l'intérieur de C) à un point B (à l'extérieur) sans franchir C, en cheminant dans l'espace (x, y, t); on fait ainsi une succession de prolongements analytiques et l'on arrive en B avec une valeur déterminée. J'ajoute que les fonctions analytiques réelles de plusieurs variables réelles, que nous considérons ici, doivent être définies comme je l'ai fait au tome II de mon *Traité d'Analyse* (p. 18).

» Je me contenterai de donner un exemple. Prenons, dans un cas particulier très simple, la fonction considérée par M. Borel

$$\sum \frac{A_n}{z - a_n}. \tag{1}$$

» Je suppose, pour fixer les idées, que les points a_n soient des points de la circonférence C de rayon *un*, dont l'argument est commensurable avec 2π. Quant aux A_n, ce sont des quantités positives, et la série ΣA_n est convergente. Nous avons

$$u(x, y) = \sum \frac{A_n(x - \alpha_n)}{(x - \alpha_n)^2 + (y - \beta_n)^2} \qquad (a_n = \alpha_n + i\beta_n).$$

» Il suffira de prendre

$$F(x, y, t) = \sum \frac{A_n(x - \alpha_n)}{(x - \alpha_n)^2 + (y - \beta_n)^2 + t^2}$$

pour avoir une fonction répondant aux conditions demandées, et ainsi nous relions en quelque sorte analytiquement les valeurs de la série (1) à

l'intérieur et à l'extérieur de la circonférence C, en sortant du plan de cette circonférence.

» Sous la forme générale qui a été indiquée, le problème proposé présente évidemment une très grande indétermination. Mais, si nous partons d'une fonction $u(x, y)$ considérée pour l'ensemble de son domaine naturel (au sens de Weierstrass), et si l'on est conduit par la voie indiquée à définir cette fonction dans une autre région qui soit aussi le domaine naturel de la fonction étendue, il ne semble pas que, dans le cas général au moins, aucune condition supplémentaire s'impose nécessairement. Il se pourrait même que, dans une très large mesure, toute fonction fût, à notre point de vue, le prolongement de toute autre fonction; mais ceci est peut-être la conséquence nécessaire de l'indétermination presque absolue du problème quand on abandonne le point de vue de Weierstrass.

» On peut cependant chercher à restreindre cette indétermination. La voie dans laquelle on pourrait, je crois, arriver à quelque résultat consisterait à introduire dans cette question une équation convenable aux dérivées partielles, relative à la fonction $F(x, y, t)$, équation dans laquelle les coefficients dépendraient de la variable t, *et qui, pour* $t = 0$, *se réduirait à*

$$\frac{\partial^2 F}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 F}{\partial x^2} = 0.$$

» Il y aurait là un intéressant sujet de recherches touchant à l'étude des singularités des intégrales des équations aux dérivées partielles. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques propriétés de l'aluminium.* Note de M. A. DITTE.

« J'ai montré, dans une Communication précédente (*Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 919), que l'aluminium, loin d'être inaltéré par les agents chimiques, est, au contraire, en raison de sa chaleur d'oxydation considérable, attaqué par le plus grand nombre d'entre eux. Son inaltérabilité n'est qu'apparente et tient à ce que, dans la majeure partie des cas, le métal se revêt immédiatement d'une couche protectrice très mince, mais continue et imperméable, d'alumine ou d'un gaz. Je me propose d'examiner dans cette Note si les réactions demeurent les mêmes quand on opère en présence ou en l'absence de l'air et de montrer que l'altération de l'alumi-

nium est notablement facilitée par l'intervention de l'oxygène et de l'acide carbonique atmosphériques.

» Considérons, par exemple, une solution de sel marin mélangée d'acide acétique, liqueur qui, nous le savons, peut dissoudre l'aluminium, et faisons-la agir, dans un vase ouvert, sur une lame de ce métal qui n'y est plongée qu'en partie. Il est facile de constater que l'attaque est bien plus énergique dans une zone étroite située à la surface de séparation du liquide et de l'air que partout ailleurs. Au bout d'un temps variable avec l'épaisseur de la lame, la portion de celle-ci qui est voisine de la surface liquide est profondément corrodée et la partie immergée est presque entièrement séparée de celle qui est en dehors de la liqueur. C'est qu'en ces points, à l'action du sel marin et de l'acide acétique sur le métal s'est ajoutée celle de l'oxygène; en effet, ce gaz, en se combinant directement à l'aluminium, avec dégagement de 131 calories, le recouvre, dans les circonstances ordinaires, d'une couche imperméable d'alumine qui arrête immédiatement l'action de l'oxygène, tandis qu'il n'en est pas de même dans notre liqueur; l'alumine formée sera dissoute au fur et à mesure par l'acide acétique, de sorte que rien ne s'opposant au contact du métal et de l'oxygène, l'oxydation de l'aluminium continue, et bientôt la lame est corrodée et perforée en même temps que du chlorure aluminique et de l'acétate de soude se dissolvent dans la liqueur.

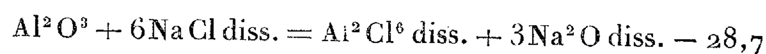
» Dans les régions de la surface liquide qui sont plus ou moins éloignées de la lame métallique, l'oxygène de l'air qui touche cette surface se dissout, pénètre à l'intérieur de la dissolution et finit par arriver en contact avec le métal; en raison de la difficulté que ce gaz éprouve à traverser les couches liquides, son action est d'autant plus limitée que les régions considérées sont situées à une profondeur plus grande; il n'en est pas moins vrai que la corrosion de l'aluminium résulte à la fois des actions combinées du chlorure de sodium et de l'acide acétique, d'une part, de l'oxygène et de cet acide de l'autre. A la surface même, là où le contact avec l'oxygène est le plus facile, le liquide monte par capillarité le long de la lame, et comme, pendant le cours de l'expérience, la surface s'abaisse légèrement à la suite de l'évaporation du liquide, l'action de l'oxygène s'exerce, non pas sur une ligne, mais sur une bande de faible largeur; les petits trous dont le métal est criblé se répartissent dans cette zone dont la largeur est de 2^{mm} environ.

» Naturellement, tout acide autre que l'acide acétique, mis en présence

de notre solution de sel marin, se comportera comme lui; nous allons constater que l'acide carbonique de l'atmosphère joue un rôle un peu différent.

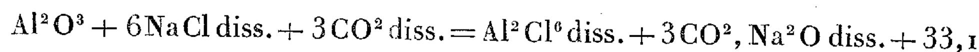
» Soit une lame d'aluminium partiellement plongée dans une solution de sel marin, en contenant 30^{gr} par litre, par exemple, solution qui, lorsqu'elle est pure, n'agit pas sur l'aluminium, et opérons à la température ordinaire, en laissant l'air arriver librement à la surface de la liqueur; l'altération du métal ne tarde pas à commencer à cette surface, il se recouvre d'une couche d'alumine gélatineuse plus ou moins épaisse, tandis que l'attaque est beaucoup plus lente sur la partie immergée de la lame. Un peu plus tard, on observe, au milieu de la gelée d'alumine, l'apparition de points opaques, blanc mat, qui s'accroissent peu à peu, et, en certains de ses points, le métal immergé se recouvre, lui aussi, de flocons formés par de l'alumine en gelée, mêlée de parties blanches. La dissolution saline, d'abord neutre, ne tarde pas à bleuir le tournesol rouge, et elle devient de plus en plus alcaline à mesure que l'altération du métal va en s'accentuant. On peut se rendre compte aisément de ce qui se produit dans ces circonstances.

» L'oxygène dissous dans la liqueur, celui surtout qui se trouve au voisinage immédiat de la surface libre, oxyde une quantité très faible d'aluminium et recouvre le métal d'une mince couche d'alumine qui ne peut réagir sur le sel marin, puisque la réaction



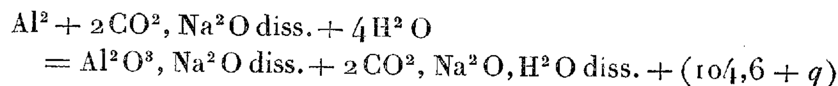
$$Al^2O^3 + 6NaCl\,\text{diss.} = Al^2Cl^6\,\text{diss.} + 3Na^2O\,\text{diss.} - 28,7$$

est endothermique, c'est alors que l'acide carbonique de l'air intervient; nous avons, en effet :



$$Al^2O^3 + 6NaCl\,\text{diss.} + 3CO^2\,\text{diss.} = Al^2Cl^6\,\text{diss.} + 3CO^2, Na^2O\,\text{diss.} + 33,1$$

et le carbonate de soude ainsi formé est, à son tour, susceptible de réagir sur l'aluminium pour donner du bicarbonate de soude et de l'aluminate que l'eau dissocie :



$$\begin{aligned} &Al^2 + 2CO^2, Na^2O\,\text{diss.} + 4H^2O \\ &\quad = Al^2O^3, Na^2O\,\text{diss.} + 2CO^2, Na^2O, H^2O\,\text{diss.} + (104,6 + q) \end{aligned}$$

(q étant la chaleur de formation de l'aluminate à partir de la soude dissoute et de l'alumine hydratée).

» Il se produit donc sur la lame d'aluminium, au contact de l'air, de l'aluminate de soude qui, décomposable par l'eau, donnera lieu à la mise

en liberté de petites quantités d'alumine et de soude; or, celles-ci suffisent pour déterminer des réactions nouvelles; car, grâce aux variations de la température ambiante, la liqueur n'aura pas en tous ses points la même température et la décomposition de l'aluminate alcalin s'accomplira suivant le mécanisme que j'ai indiqué (*Comptes rendus*, t. CXVI, p. 183); il se formera de la soude et de l'alumine trihydratée cristallisée qui, moins soluble dans la soude que l'alumine gélatineuse, sortira du champ de la réaction, empêchera tout équilibre de s'établir et amènera la décomposition graduelle de l'aluminate; celui-ci, en effet, au contact de l'alumine cristallisée, donnera de nouveaux cristaux de cet hydrate, et de la soude, qui redissoudra de l'alumine gélatineuse, de sorte que peu à peu celle-ci se transformera en matière blanche et mate constituée par l'hydrate $Al^2O^3, 3H^2O$. Comme l'alumine en gelée forme une masse dont les divers points sont inégalement perméables à la soude et à l'aluminate alcalin, sa transformation est plus active là où ces substances sont en quantité plus forte, ce qui fait que, pendant un certain temps au moins, on observe sur le métal des dépôts alumineux formés de points blancs d'alumine cristallisée enveloppés d'une couche plus ou moins épaisse d'alumine gélatineuse.

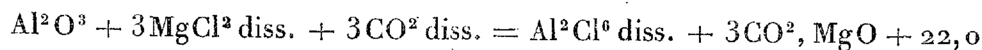
» L'acide carbonique de l'air intervient également dans la transformation; j'ai montré (*Comptes rendus*, t. CXVI, p. 386) que ce gaz peut décomposer une solution d'aluminate alcalin en donnant des cristaux d'alumine trihydratée, un carbonate alcalin, et parfois même, quand la liqueur est relativement riche en carbonate et pauvre en alcali libre, un carbonate double de soude et d'alumine. Ce dernier peut, d'ailleurs, lui-même être décomposé, par l'alcali au contact duquel il se trouve, en carbonate alcalin et alumine cristallisée.

» Il ressort de ce qui précède que l'eau salée pure qui, à l'abri de l'air, n'agit pas sur l'aluminium, l'attaque avec le concours de l'oxygène et de l'acide carbonique de l'atmosphère; il se forme du carbonate et de l'aluminate de soude qui, en présence d'alumine gélatineuse ou d'acide carbonique, donnera lieu à la production d'alumine cristallisée, et celle-ci se rassemblera en flocons et en petites masses plus ou moins épaisses à la surface du métal. Ces masses, adhérentes et perméables, seront alors le siège de réactions plus ou moins actives : comme les liquides se meuvent difficilement à leur intérieur, l'alcali libre ou carbonaté y sera retenu, s'y accumulera en certaines proportions et s'y trouvera en quantité plus grande que dans le liquide ambiant; aux points qu'elles recouvrent, l'aluminium se trouvera donc en contact avec des liqueurs plus riches en soude ou en

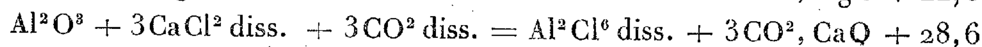
carbonate que ne l'est la solution qui le touche aux endroits où sa surface est à nu, son attaque sera plus rapide, et il en résultera des perforations. D'autre part, la difficulté qu'éprouvent les liquides à se mouvoir à l'intérieur des masses d'alumine explique en même temps comment la transformation de l'alumine gélatineuse en hydrate cristallisé ne s'effectue pas simultanément dans toute la masse, mais de préférence en certains de ses points.

» Des expériences, répétées avec des solutions salées renfermant de 5gr à 30gr de sel marin par litre d'eau, ont montré que, quelle que soit la concentration de la liqueur, l'action est la même, d'autant plus lente, bien entendu, que la dilution est plus grande. Dans l'eau de Seine elle-même, une lame d'aluminium est lentement oxydée; au point où elle traverse la surface de l'eau elle se recouvre bientôt d'un enduit gélatineux d'alumine dont l'épaisseur augmente à mesure que l'expérience se prolonge davantage.

» Vient-on à remplacer l'eau salée pure par de l'eau de mer qui, avec le sel marin, renferme d'autres chlorures et des bromures en dissolution, les choses se passent à peu près de la même manière; sous l'influence de l'acide carbonique les chlorures de calcium et de magnésium donneront des réactions exothermiques avec l'alumine provenant de l'oxydation du métal par l'eau ou par l'oxygène :

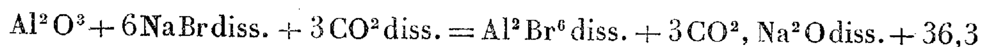


$$Al^2O^3 + 3MgCl^2 \text{ diss.} + 3CO^2 \text{ diss.} = Al^2Cl^6 \text{ diss.} + 3CO^2, MgO + 22,0$$



$$Al^2O^3 + 3CaCl^2 \text{ diss.} + 3CO^2 \text{ diss.} = Al^2Cl^6 \text{ diss.} + 3CO^2, CaO + 28,6$$

il en sera de même du bromure de sodium :



$$Al^2O^3 + 6NaBr \text{diss.} + 3CO^2 \text{diss.} = Al^2Br^6 \text{diss.} + 3CO^2, Na^2O \text{diss.} + 36,3$$

les carbonates insolubles de chaux et de magnésie, mélangés à l'alumine trihydratée, formeront sur le métal des enduits insolubles, mais perméables; ils n'empêcheront en rien son attaque par le carbonate alcalin qui viendra, en contact avec lui, former de l'aluminate de soude comme dans le cas du sel marin pur.

» Envisageons maintenant une lame d'aluminium sur laquelle a été déposée une petite quantité d'eau salée; au contact de l'air, l'attaque du métal se fera en donnant un peu de chlorure aluminique et de carbonate de soude qui attaquera l'aluminium avec production d'aluminate alcalin. Celui-ci une fois formé, la présence d'une trace d'alumine gélatineuse ou d'acide carbonique en déterminera la transformation en alumine trihydratée

et en soude; enfin cette dernière dissoudra une quantité correspondante de métal en dégageant de l'hydrogène et produisant de l'aluminate qui, au contact de cristaux d'alumine trihydratée, se dédouble en soude et alumine cristallisée, et ainsi de suite. Il pourra bien arriver qu'avant d'agir sur le métal la soude soit saturée, en totalité ou en partie, par l'acide carbonique de l'air, qui d'ailleurs concourt à la décomposition de l'aluminate et à sa transformation en alumine cristallisée et carbonate alcalin; mais alors c'est celui-ci qui dissoudra l'aluminium, en formant de l'aluminate (*Comptes rendus,* t. CXXVII, p. 925). Admettons, pour un instant, que l'eau salée ne s'évapore pas; nous voyons qu'une petite quantité de sel marin suffira pour attaquer, au contact de l'air, une proportion théoriquement indéfinie d'aluminium; en effet, l'alumine hydratée cristallisée, non soluble dans la soude ou son carbonate étendus, sort du champ de la réaction, s'accumule à la surface du métal et y forme un enduit plus ou moins épais, perméable, à l'intérieur duquel les liquides se meuvent avec lenteur et qui se comporte comme une sorte d'éponge déposée à la surface de l'aluminium et imprégnée d'un liquide alcalin qui, par le jeu des réactions, se renouvelle sans cesse tout en oxydant des quantités nouvelles d'aluminium aux dépens de l'eau et de l'oxygène atmosphérique.

» Avec de l'eau salée pure, l'évaporation pourrait bientôt entraver le phénomène en desséchant l'alumine et changeant notre matière spongieuse en un mélange sec d'alumine et de sel marin. Il n'en sera pas de même si le liquide actif est de l'eau de mer qui renferme des substances très hygrométriques (chlorures de magnésium et de calcium, bromure de sodium, etc.). Celles-ci retiendront de l'eau ou condenseront de la vapeur atmosphérique, de manière à empêcher la dessiccation complète de l'enduit, et l'humidité, ainsi retenue, permettra la dissolution de petites quantités de soude, de carbonate et d'aluminate alcalins, qui agiront sur le métal, comme nous venons de l'expliquer.

» En définitive, toutes les fois que de l'aluminium se trouvera, à la fois, en contact avec l'atmosphère, de l'eau salée, de l'eau de mer ou de l'eau saumâtre, les réactions précédemment indiquées se produiront; le métal attaqué se recouvrira d'une couche plus ou moins épaisse, plus ou moins compacte, d'alumine, mélangée d'autres sels, solubles ou non. Si l'aluminium, une fois retiré du liquide, n'est pas entièrement débarrassé de cet enduit, s'il n'a pas subi des lavages convenables qui le dépouillent de toute trace de matière alcaline, son altération continuera de se faire. Partout où la surface extérieure du métal aura laissé pénétrer une trace de sel

marin à son intérieur, partout où un peu d'enduit demeurera adhérent à cette surface, l'attaque continuera lentement, se faisant d'autant mieux que la matière oxydée sera plus hygrométrique et rendra ainsi plus facile la réalisation des réactions précitées. Cet aluminium sera *malade* au même sens que le sont les objets antiques de cuivre qui, ayant été immergés dans des eaux saumâtres, continuent de s'altérer peu à peu dans la terre humide ou dans les musées, phénomène que M. Berthelot a élucidé en montrant (*Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 768) qu'il a pour causes la formation et la décomposition successives d'un oxychlorure de cuivre; dans le cas de l'aluminium, le cycle des réactions exothermiques qui se reproduisent indéfiniment le change en alumine trihydratée cristallisée; l'oxydation, d'abord superficielle, pénètre de proche en proche jusqu'aux profondeurs de la masse métallique dont elle détermine le gonflement et la désagrégation progressifs. »

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *Histologie de la peau. Sur quelques réactions histochimiques de l'éléidine.* Note de M. L. **Ranvier**.

« L'éléidine se montre au sein des cellules du *stratum granulosum* sous la forme de granulations. Ces granulations se colorent vivement par le carmin, l'hématoxyline et la thionine. L'eau de chaux ne les dissout pas et les rend plus apparentes en gonflant le protoplasma cellulaire. Ces réactions permettent de constater que les cellules épidermiques, en passant du *stratum granulosum* dans le *stratum intermedium*, perdent tout d'un coup leur éléidine granuleuse. A sa place, se trouve une substance homogène, qui se colore plus fortement encore par le carmin. L'éléidine granuleuse s'est transformée en éléidine diffuse. Waldeyer et Unna diraient que la kératohyaline est devenue de l'éléidine; mais ce ne serait là qu'une querelle de mots.

» J'ai trouvé depuis peu un réactif qui permet d'en juger. Ce réactif est la solution de chlorure de sodium à 10 pour 100. Voici comment il faut l'employer : on y laisse, pendant dix heures à peu près, un petit fragment de peau, on le durcit ensuite par l'alcool, puis on y fait des coupes microscopiques que l'on colore au moyen du picrocarminate. Les préparations que l'on obtient ainsi ne laissent plus voir de grains d'éléidine. A leur place, il s'est produit, au niveau du *stratum granulosum*, une teinte rouge uniforme. Sous l'influence de la solution de sel, l'éléidine granuleuse est donc

devenue de l'éléidine diffuse. Un réactif chimique a ainsi déterminé des modifications analogues à celles qui se font naturellement lorsque les cellules épidermiques passent du *stratum granulosum* dans le *stratum intermedium*.

» Il semble que la transformation de l'éléidine granuleuse en éléidine diffuse soit comparable à celle du bleu de Prusse qui, à la suite d'un lavage prolongé, devient soluble ou plutôt colloïde. Cette comparaison paraîtra d'autant plus juste que l'éléidine diffuse est certainement une substance colloïde. Déjà, dans les préparations obtenues simplement à l'aide de l'alcool et du picrocarminate, on constate, comme je l'ai fait remarquer il y a longtemps, qu'à la surface du *stratum lucidum* apparaissent des gouttes et des flaques dont la substance a été exprimée du tissu. Ces flaques, ainsi qu'on peut le voir dans mes anciens dessins, ont souvent des vacuoles. Ces vacuoles sont bien plus grandes et bien plus nombreuses après l'action de la solution de sel à 10 pour 100. Leur développement est exagéré encore si la solution de sel est plus forte, 20 pour 100 par exemple. Les gouttes d'éléidine figurent alors des vésicules habituellement confluentes, dont la paroi seule est colorée par le carmin.

» Je dois donner encore quelques renseignements à ceux qui voudront répéter ces expériences. Si l'on fait agir le chlorure de sodium après l'alcool, les grains d'éléidine ne disparaissent pas. Enfin, si l'on essaye le carmin ou l'hématoxyline sur de la peau qui a séjourné plusieurs années dans l'alcool, les grains d'éléidine, qui cependant sont bien conservés, ne se colorent plus du tout.

» Dans cette Communication, je me suis proposé simplement d'indiquer quelques réactions nouvelles de l'éléidine, afin de faire mieux connaître cette substance encore énigmatique. »

BOTANIQUE. — *Sur la formation du pollen et la réduction chromatique dans le* Naias major. Note de M. L. GUIGNARD.

« L'une des questions les plus controversées pour le moment dans l'étude des éléments reproducteurs, chez les plantes et chez les animaux, consiste à savoir de quelle façon se produit la réduction chromatique présentée par les noyaux sexuels et quelle est l'interprétation que l'on peut tirer de ce phénomène au point de vue des théories de l'hérédité.

» 1. Des observations multiples ont établi que ces noyaux, mâles ou

femelles, possèdent un nombre de chromosomes qui est égal à la moitié de celui que l'on peut considérer comme normal dans les noyaux végétatifs chez une espèce donnée. Dans un Lis, par exemple, les premiers en renferment douze, tandis que les seconds en contiennent vingt-quatre. Si, dans les noyaux végétatifs, le nombre des chromosomes n'atteint pas toujours le chiffre normal et peut varier dans certaines limites, d'ailleurs assez étroites, la variation disparaît dans les noyaux sexuels, chargés de la transmission des propriétés héréditaires; et, malgré les quelques exceptions que l'on a rencontrées, la réduction de moitié dans ces derniers noyaux peut être considérée comme une loi générale, aussi bien chez les plantes que chez les animaux. Cette réduction du nombre des chromosomes dans les éléments sexuels est nécessaire, on le conçoit, pour empêcher qu'il n'aille en doublant à chaque fécondation.

» 2. Mais il ne suffit pas que la réduction soit seulement numérique, il faut aussi qu'elle soit quantitative. Ce résultat est obtenu par la rapidité avec laquelle se succèdent les deux divisions qui s'effectuent dans chacune des cellules-mères des éléments sexuels. L'espace de temps qui s'écoule entre la première et la seconde division ne permet pas aux noyaux d'entrer dans l'état de repos et d'augmenter leur teneur en chromatine, comme c'est le cas pour les noyaux des cellules végétatives.

» 3. Une autre question, importante au point de vue de l'explication des phénomènes de l'hérédité, est celle de savoir si la réduction chromatique, numérique et quantitative, comme on vient de le voir, est ou n'est pas en même temps qualitative dans les noyaux sexuels.

» Tous les phénomènes de la fécondation viennent confirmer l'idée que le filament chromatique du noyau est le substratum matériel des qualités héréditaires. Or, on peut supposer, avec Weismann, que ces qualités sont liées aux granulations ou microsomes du filament, c'est-à-dire à des corps individualisés, auxquels ce savant donne le nom d'*ides*. Les ides, possédant des qualités différentes, sont disposés dans le filament en une série linéaire; de sorte que les chromosomes, ou *idantes,* qui dérivent par segmentation du filament, doivent renfermer des ides de propriétés diverses et, par conséquent, différer qualitativement les uns des autres.

» Le fait le plus important de la division des cellules végétatives consiste dans le dédoublement longitudinal du filament nucléaire, et par suite des chromosomes; chaque microsome chromatique est partagé en deux parties semblables et chaque chromosome distribue, comme on sait, ses deux moitiés entre les deux nouveaux noyaux qui, dès lors, ne diffèrent

pas qualitativement l'un de l'autre et renferment le même nombre d'ides. Mais, d'après Weismann et d'autres auteurs, il n'en serait plus de même dans la division sexuelle : les chromosomes, au lieu de subir le dédoublement longitudinal, se couperaient en travers, d'où une réduction dans le nombre des ides et une différence qualitative dans les nouveaux chromosomes ainsi formés et, par suite, dans les noyaux reproducteurs. C'est là le phénomène que les auteurs précités désignent plus spécialement sous le nom de *division réductionnelle*.

» Comprise dans ce sens, la division réductionnelle a vivement préoccupé les biologistes dans ces dernières années et provoqué, surtout en Zoologie, de très nombreux travaux, dont les uns viennent appuyer l'hypothèse de Weismann, tandis que les autres la contredisent. Le même désaccord règne actuellement entre les botanistes, qui n'ont d'ailleurs rencontré jusqu'ici qu'un fort petit nombre de plantes pouvant se prêter à cette étude.

» Il serait impossible de donner ici un aperçu, même succinct, des multiples contradictions qui existent sous ce rapport. Je me contenterai de résumer les résultats qui m'ont été fournis par une plante aquatique favorable à l'étude du développement du pollen, le *Naias major*.

» 4. Dans cette espèce, le nombre normal des chromosomes dans les noyaux végétatifs est de douze et il se réduit à six dans les noyaux sexuels : c'est le nombre le plus faible que l'on connaisse pour le moment chez les Phanérogames.

» Au cours des divisions qui donnent naissance, dans l'anthère, aux cellules-mères primordiales, lesquelles correspondent aux spermatogonies de la glande mâle des animaux, on retrouve le même nombre de chromosomes que dans les tissus végétatifs, c'est-à-dire douze. Ce n'est donc pas encore pendant cette première période du développement que s'opère la réduction numérique, contrairement à ce que certaines observations récentes tendaient à faire admettre pour d'autres plantes : résultat qui confirme mes recherches antérieures et celles d'autres auteurs sur des espèces différentes.

» Après avoir achevé leur multiplication, les cellules-mères primordiales grossissent et deviennent les cellules-mères définitives du pollen, homologues des spermatocytes des animaux.

» Pour donner les quatre grains de pollen, la cellule-mère doit subir, comme on sait, deux bipartitions successives, qui correspondent aux deux divisions dites de *maturation*, grâce auxquelles le spermatocyte fournit aussi quatre cellules spermatiques.

» A la *première division,* dès les prophases du phénomène, le filament chromatique subit le dédoublement longitudinal et se coupe en six segments qui sont, par le fait même de ce dédoublement, formés chacun de deux moitiés plus ou moins accolées suivant leur longueur. Pendant la contraction et l'épaississement des chromosomes, il apparaît, dans chacune de ces moitiés, une double série de granulations chromatiques, sans que le substratum de linine qui les renferme vienne toutefois à se scinder lui-même suivant sa longueur. Ce phénomène n'en semble pas moins être le prélude d'une seconde scission longitudinale, qui deviendra complète au moment de la métakinèse. Le chromosome primaire peut donc être déjà considéré comme quadruple.

» Au stade de la plaque nucléaire, les chromosomes s'orientent de telle façon que leurs moitiés primitives sont placées de chaque côté du plan équatorial du fuseau nucléaire. Celui-ci présente, comme à l'ordinaire, deux sortes de fils achromatiques, très distincts dans le *Naias :* les uns sont continus d'un pôle à l'autre et sans adhérence avec les chromosomes; les autres sont discontinus à l'équateur du fuseau et forment des faisceaux qui s'insèrent sur les extrémités des chromosomes, tournées vers le centre de figure, et qui se rétracteront pour entraîner ceux-ci vers les pôles.

» Dans chaque chromosome primaire, les deux moitiés ou chromosomes secondaires se séparent ensuite l'une de l'autre pour se diriger en sens inverse vers les pôles. C'est pendant cette séparation que la seconde scission longitudinale, déjà préparée antérieurement, comme on l'a vu, se manifeste dans chaque chromosome secondaire; mais les deux bâtonnets qui deviennent distincts dans celui-ci ne s'isolent pas complètement l'un de l'autre : ils restent soudés par leurs extrémités en contact avec les fils du fuseau et forment ensemble un V plus ou moins ouvert. Les deux nouveaux noyaux reçoivent donc chacun six chromosomes doubles ou six paires de bâtonnets chromatiques.

» A la *seconde division,* qui suit de près la première, on voit réapparaître six chromosomes coudés en leur milieu; le coude sépare deux branches égales et correspond à la pointe du V dans la division précédente; à cet endroit, il y a même parfois interruption de la substance chromatique dans son support de linine. Tout concourt à faire penser que ces chromosomes ne sont autres que les chromosomes secondaires de la première division, qui se sont plus ou moins allongés pendant la reconstitution du noyau et peut-être disposés en un filament unique, sans toutefois perdre leur individualité physiologique.

» Aucune scission longitudinale ne se produit ici dans les chromosomes. Leurs deux branches, ou bâtonnets, se raccourcissent en se contractant et se rapprochent plus ou moins l'une de l'autre sous la forme d'un V, dont la pointe est tournée vers le centre de figure et s'insère, à l'équateur du fuseau, sur les fils achromatiques discontinus et rétractiles. Au stade de la métakinèse, les deux branches du V se rabattent ordinairement l'une sur l'autre, puis elles se séparent à la pointe, pour s'isoler bientôt complètement et se diriger en sens inverse vers les pôles.

» Par conséquent, le caractère essentiel de la seconde division consiste dans la séparation pure et simple des deux bâtonnets de chaque chromosome secondaire. Les noyaux qui en dérivent reçoivent donc chacun six bâtonnets ou chromosomes simples.

» 5. On voit ainsi que, dans le *Naias*, le nombre définitif des chromosomes se trouve déjà réalisé dès les prophases de la première division de la cellule-mère sexuelle.

» Ce résultat concorde avec les observations de Farmer sur la division des cellules-mères des spores chez certaines Hépatiques, telles que le *Pallavicinia decipiens*, et avec celles de Brauer sur les spermatocytes de l'*Ascaris megalocephala*. La même conclusion se dégage des recherches de Méves sur les spermatocytes de la Salamandre; seulement, ici, les deux scissions longitudinales ne s'effectuent pas dès les prophases de la première division, la seconde scission n'ayant lieu qu'après la métakinèse, pendant les anaphases de cette première division. Cette modification n'a qu'une importance secondaire.

» Les faits observés récemment par Belajeff quant au mode de formation et de séparation des chromosomes secondaires dans l'*Iris* sont également en accord avec les données qui précèdent; mais ce savant explique d'une autre façon l'origine des chromosomes primaires de la cellule-mère pollinique, de sorte que ses vues théoriques sont différentes. C'est un point dont la discussion ne peut trouver place dans cette Note [1].

» En résumé, dans le *Naias*, la réduction numérique n'apparaît qu'au moment où la cellule-mère pollinique définitive commence à entrer en division pour donner les quatre grains de pollen. Pendant la première division de cette cellule-mère, chaque chromosome subit deux scissions longitudinales et devient quadruple; pendant la seconde division, il y a

---

[1] Mon travail complet paraîtra sous peu dans les *Archives d'Anatomie microscopique*, dirigées par MM. Balbiani et Ranvier.

simplement distribution à part égale entre les quatre noyaux polliniques des chromosomes déjà formés antérieurement. Mais, par le fait même de la formation de ces chromosomes par scission longitudinale, il n'y a pas de réduction qualitative, et les quatre noyaux peuvent être considérés comme équivalents sous le rapport des propriétés héréditaires. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Recherches sur l'état chimique des divers éléments contenus dans les produits sidérurgiques. Carbures doubles de fer et d'autres métaux;* par MM. **Ad. Carnot** et **Goutal**.

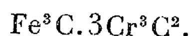
« Nous nous proposons d'exposer la suite des recherches que nous avons entreprises sur l'état chimique où se trouvent les divers éléments dans les produits de la sidérurgie (1). La présente Note sera consacrée aux *carbures métalliques*.

» Nous avons déjà signalé l'existence de deux carbures doubles de fer et de chrome, de composition bien définie, que nous avions réussi à isoler en opérant sur des aciers chromés et sur des ferrochromes (2), carbures qui répondent aux formules



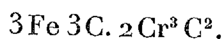
$$3Fe^3C.Cr^3C^2$$

et



$$Fe^3C.3Cr^3C^2.$$

Quelque temps après (3), M. Perey Williams obtenait, à la très haute température du four électrique, un troisième carbure double, appartenant à la même série,



$$3Fe\,3C.2Cr^3C^2.$$

» Depuis cette époque, nos études ont porté sur les carbures doubles que forme le fer avec le tungstène, le molybdène ou le manganèse.

» Tungstène. — Des aciers peu carburés (0,4 à 0,6 pour 100 de carbone) renfermant du tungstène, traités par l'acide chlorhydrique étendu, à l'abri de l'air, nous avaient précédemment donné un résidu métallique, dont la composition répondait à la formule Fe^3Tu (4).

---

(1) *Comptes rendus*, 19 et 26 juillet 1897, 2 mai 1898.
(2) *Ibid.*, 2 mai 1898.
(3) *Ibid.*, 3 octobre 1898.
(4) *Comptes rendus*, 26 juillet 1897.

» En opérant de la même façon sur des aciers beaucoup plus carburés, nous avons isolé un carbure double, attirable à l'aimant, qui est représenté par la formule



$$Fe^3C.TuC.$$

» Les aciers qui ont fourni ce carbure contenaient : l'un (I), 6,1 de tungstène et 2,0 de carbone pour 100; l'autre (II), 7,8 de tungstène et 2,2 de carbone.

» Pulvérisés, traités à chaud par l'acide chlorhydrique étendu de dix fois son volume d'eau, ils ont laissé des résidus insolubles, qui ont été purifiés par l'emploi d'une liqueur lourde (iodure de méthylène), pour être ensuite analysés. Le résultat a été :

	I.	II.	Composition calculée pour Fe^3TuC^2.
Fer	45,13	45,56	44,73
Tungstène	48,28	48,17	48,88
Carbone	6,59	6,26	6,39

» Rappelons que M. P. Williams avait préparé le carbure simple de tungstène TuC au feu de forge et au four électrique en présence d'un excès de fer (¹); que M. Moissan a obtenu au four électrique le carbure Tu^2C et que, de même, au four électrique, M. Williams a produit un mélange du carbure TuC et d'un carbure double, auquel il a attribué la formule $2Fe^3C.3Tu^2C$ (²).

» Molybdène. — Nous avions séparé, dans des aciers au molybdène peu carburés, un alliage qui répondait à la formule Fe^3Mo^2.

» En opérant plus récemment sur des aciers fortement carburés (1,7 à 2,3 pour 100 de carbone), nous avons isolé un carbure double :



$$Fe^3C.Mo^2C.$$

» Le même composé avait été préparé au four électrique par M. P. Williams (³).

» Les aciers qui ont fourni ce résidu par l'attaque à l'acide chlorhydrique et la purification au moyen de liqueurs lourdes contenaient : l'un (I) molybdène 3,9, carbone 1,7 pour 100; l'autre (II) molybdène 3,5, carbone 2,3.

» L'analyse des résidus a donné, pour 100 :

	I.	II.	Composition calculée pour $Fe^3Mo^2C^2$.
Fer	43,30	43,48	43,08
Molybdène	50,57	50,43	50,77
Carbone	6,13	6,09	6,15

» Manganèse. — La recherche des carbures métalliques dans les ferromanganèses

(¹) *Ibid.*, 13 juin 1898.
(²) *Ibid.*, 12 septembre 1898.
(³) *Comptes rendus*, 3 octobre 1898.

présente de sérieuses difficultés, parce qu'il en peut exister simultanément plusieurs, doués de propriétés fort peu différentes.

» Nous avons dû, pour arriver à les distinguer sûrement, soumettre à l'action de dissolvants multiples plus de trente échantillons, dont les teneurs en manganèse s'échelonnaient entre 25 et 85 pour 100.

» Voici les résultats généraux de cette étude comparative.

» Les ferromanganèses les plus riches sont attaqués par l'eau bouillante; ils donnent naissance à des hydrocarbures liquides et gazeux, mêlés d'hydrogène libre. Ce fait avait été déjà remarqué par Cloëz en 1878 (¹) et lui avait suggéré l'hypothèse de l'origine minérale du pétrole et des dégagements gazeux de carbures d'hydrogène, à l'époque même où Mendelejeff proposait une explication analogue.

» L'attaque par l'eau froide est généralement très faible, même lorsque le métal renferme 85 pour 100 de manganèse; elle fournit, d'ailleurs, un mélange complexe, dans lequel domine l'hydrogène. Il paraît légitime de conclure de cette observation que les ferromanganèses ne renferment pas, du moins en proportion notable, le carbure de manganèse simple, Mn^3C, découvert par MM. Troost et Hautefeuille en 1875 (²); car M. Moissan a montré que la décomposition de ce carbure simple par l'eau froide donne naissance à un mélange de méthane et d'hydrogène à volumes égaux, sans hydrocarbure liquide (³).

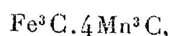
» Les ferromanganèses de teneur inférieure à 74 pour 100 ne sont plus attaqués d'une façon sensible pour l'eau bouillante, mais ils peuvent l'être encore, même à froid, par l'acide acétique à 5 pour 100.

» Cette action est d'autant plus avancée que les ferromanganèses sont plus riches; le résidu insoluble est de la moitié du poids total sur le métal à 30 pour 100; il n'est plus que du quart sur le métal à 55 pour 100.

» Les alliages riches sont presque entièrement dissous pour l'acide acétique à 5 pour 100. Ils sont de même énergiquement attaqués par les solutions de chlorure d'ammonium, même avec excès d'ammoniaque. Ils se dissolvent lentement, au contraire, dans une solution d'acétate d'ammonium légèrement ammoniacale, portée à l'ébullition. C'est à l'aide de ce réactif que nous avons pu isoler, par une attaque lente, de plusieurs jours, les carbures contenus dans les ferromanganèses les plus riches.

» 1° Nos essais ont porté sur un alliage à 84 pour 100 de manganèse (I) et sur un alliage à 79 pour 100 (II).

» L'attaque par la solution ammoniacale d'acétate d'ammonium, à l'ébullition, à l'abri de l'air, a laissé des résidus cristallins, non magnétiques, inattaquables par l'eau bouillante, solubles dans l'acide acétique très étendu et froid. Ces résidus sont formés d'un carbure double de fer et de manganèse, répondant à la formule



$$Fe^3C.4Mn^3C,$$

(¹) *Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 1248.
(²) *Ibid.*, t. LXXX, p. 909.
(³) *Ibid.*, t. CXXII, p. 421.

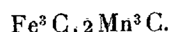
car l'analyse a donné :

	I.	II.	Composition calculée $Fe^3Mn^{12}C^5$.
Fer	17,04	18,64	18,92
Manganèse	71,05	74,40	74,32
Carbone (et oxygène) ...	9,51	6,87	6,76
Silice	2,40	0,09	»

» La présence de la silice dans le n° I est évidemment accidentelle; ni les lavages répétés, ni le traitement par l'iodure de méthylène, n'ont réussi à l'enlever; il en est de même d'une certaine quantité d'oxyde de manganèse, mis en liberté par le réactif ammoniacal, et cette difficulté de purification rend parfaitement compte du léger écart de composition observé sur le n° I; l'analyse du n° II a fourni, au contraire, des résultats en parfait accord avec la formule théorique.

» La teneur de 74 pour 100 de manganèse, correspondant à cette formule $Fe^3C.4Mn^3C$, est précisément celle au-dessous de laquelle les ferromanganèses cessent d'être attaquables par l'eau bouillante, ce qui confirme encore la valeur de cette formule. Ils sont, comme les résidus extraits des alliages riches, dépourvus de propriétés magnétiques, solubles dans le chlorure cuivrique, dans les acides minéraux très étendus et même à froid dans l'acide acétique au $\frac{1}{20}$.

» 2° Les ferromanganèses, dont la teneur est comprise entre 74 et 60 pour 100, traités à froid par l'acide acétique au $\frac{1}{20}$, nous ont donné, comme résidu, un carbure double, cristallin, non magnétique, dont la composition est exprimée par la formule



$$Fe^3C.2Mn^3C.$$

Voici, par exemple, les résultats trouvés en partant d'un échantillon à 70 (I) et d'un autre échantillon à 65 pour 100 (II).

	I.	II.	Composition calculée $Fe^3Mn^6C^3$.
Fer	32,12	31,35	31,46
Manganèse	60,70	61,63	61,82
Carbone	6,74	6,70	6,73
Silice	0,51	0,38	»

» 3° Les produits renfermant de 60 à 35 pour 100 de manganèse, traités de la même façon que les précédents, laissent un mélange de deux carbures doubles, en poudre cristalline, dont l'un est celui que nous venons de faire connaître et dont l'autre n'est pas non plus attirable à l'aimant et répond à la formule



$$2Fe^3C.Mn^3C.$$

» Ce dernier carbure double se conduit comme le précédent vis-à-vis des dissolvants : eau bouillante, acides minéraux et acide acétique étendus et froids, chlorure cuivrique. Il est donc fort difficile de l'obtenir pur en partant de ferromanganèses à teneur plus élevée que 30 pour 100. Cependant, le traitement d'un alliage à 35,70 de

manganèse, avec 57,40 de fer et 6,90 de carbone, nous a fourni un résidu qui a montré, à l'analyse :

		Composition calculée $Fe^6Mn^3C^3$.
Fer	62,32	62,57
Manganèse	30,31	30,72
Carbone	6,96	6,70
Silice	0,28	»

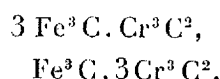
» Ce même carbure double paraît avoir quelque tendance à s'isoler pendant le refroidissement des blocs de ferromanganèse. Ayant observé sur un gros échantillon, provenant de l'usine de Terrenoire, une portion cristallisée en grandes lames (I), tandis que le reste formait une masse à texture cristalline (II), nous les avons analysés et nous avons trouvé :

	I.	II.
Fer	62,42	47,14
Manganèse	30,45	46,19
Carbone combiné	6,80	5,98
Carbone libre	0,10	0,25
Silicium	0,02	0,19

» La partie lamelleuse présentait donc exactement la composition du carbure double $Fe^6Mn^3C^3$. Des séparations aussi nettes sont rares, mais des liquations se produisent souvent dans les ferromanganèses, sans doute à cause de l'écart qui peut exister entre les points de fusion des différents carbures.

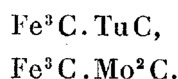
» En résumé, nos recherches ont abouti jusqu'ici à démontrer l'existence, dans les produits sidérurgiques, d'un certain nombre de carbures doubles bien définis.

» Dans les aciers chromés et dans les ferrochromes :



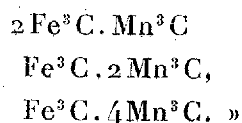
$$3\,Fe^3C.Cr^3C^2,$$
$$Fe^3C.3Cr^3C^2.$$

» Dans les aciers carburés au tungstène et au molybdène :



$$Fe^3C.TuC,$$
$$Fe^3C.Mo^2C.$$

» Dans les ferromanganèses plus ou moins riches, dont la teneur atteint ou dépasse 30 pour 100 :



$$2\,Fe^3C.Mn^3C$$
$$Fe^3C.2Mn^3C,$$
$$Fe^3C.4Mn^3C. »$$

EXPLORATIONS SCIENTIFIQUES. — *Première campagne de la* Princesse-Alice IIe. Note de S. A. S. le Prince **Albert Ier** de Monaco.

« Les recherches que j'ai poursuivies depuis 1885 dans la région des Açores m'ayant livré à peu près tout ce que je pouvais attendre d'elles, j'ai visité en 1898 les régions polaires afin d'explorer les profondeurs de leurs mers avec les appareils que j'avais imaginés ou modifiés pour mes autres explorations.

» C'était la première campagne d'un navire de 1400 tonnes que je viens de construire afin de remplacer son prédécesseur qui ne correspondait plus à l'envergure de mes travaux et de mes projets.

» J'ai quitté le Havre le 23 juin pour gagner après quelques détours la région du Spitzberg où je suis resté jusqu'à la fin d'août; et je suis rentré au Havre le 20 septembre.

» Voici les personnes qui m'ont donné le concours de leur travail : MM. le capitaine Carr, Brandt, professeur à l'Université de Kiel, Buchanan, Bruce, membre de l'expédition Jackson à la terre François-Joseph, Richard, chef de mon laboratoire, Neuville, préparateur au Muséum de Paris, et Lovatelli, artiste peintre.

Les débuts de la *Princesse-Alice IIe* ont eu lieu dans des conditions qui offrent un intérêt nouveau pour la Science : Sa Majesté l'Empereur d'Allemagne les a consacrés par sa présence avec trois bâtiments.

» La petite escadre a fait alors une sortie de vingt-quatre heures au large de la côte norvégienne un peu plus haut que le cercle polaire, et l'Empereur s'y est préoccupé vivement de tout ce qui peut concerner les recherches océanographiques.

» Avant cette journée j'avais, à l'instigation de M. Rabot, placé deux balises sur le front du glacier du Svartis qui met en communication avec la mer, l'un des plus grands *inlandsis* du nord de l'Europe, et qui occupe le fond d'un fjord de la Norvège. Il sera donc possible d'observer le sens de la marche actuelle de ce glacier.

» Au cours du voyage, vingt-huit sondages explorateurs avec prise d'échantillon du fond ont été réalisés jusqu'à la profondeur de 3310^{m}; la plupart au-dessus du cercle polaire, et jusqu'à la latitude de 80°34′. Presque toujours ces sondages ont été complétés par des prises de température et des prélèvements d'échantillons d'eau; souvent même ces deux

dernières catégories d'observations ont eu lieu simultanément à plusieurs niveaux; leur total constitue soixante-quatre opérations sans compter celles de la surface.

» Pour ce qui intéresse les courants, je signale et je confirme la présence, sur les côtes orientales de l'île aux Ours et de l'île Hope, de bois flotté et d'écorces de bouleau qui semblent mettre ces deux terres arctiques sous l'unique influence des courants de l'est.

» Les recherches zoologiques ont eu lieu dans les conditions suivantes :

» Trente-quatre opérations pour l'étude du *Plankton* dans une colonne verticale presque constante de 400^{m} depuis la surface, et jusqu'à la latitude de 80° 1', avec les appareils grand, moyen et petit de Hensen, sous la direction de MM. Brandt et Bruce.

» Quinze coups de chalut jusqu'à la latitude de 80° 1' et la profondeur maximum de 3310^{m}. Plusieurs ont été donnés au fond des fjords de la Norvège septentrionale et du Spitzberg, au pied même des glaciers, d'autres à côté de la banquise, d'autres encore dans la mer du Groenland.

» Trois descentes de nasses par une profondeur maximum de 1095^{m} et jusqu'à la latitude de 78° 8'.

» Quatorze descentes de trémail dans les fjords de la Norvège et du Spitzberg.

» Les opérations plus particulièrement intéressantes pour la Physique du globe ont eu lieu au voisinage immédiat de la banquise où une température voisine de $+ 5°$ a été trouvée plusieurs fois à la surface.

» Au point de vue géologique, l'examen des échantillons rapportés par moi de l'île Hope (qui n'avait jamais été étudiée scientifiquement) et communiqués au géologue suédois Nathorst, montre que l'opinion théorique émise par cet auteur est confirmée par l'expérience et que l'île Hope est jurassique.

» J'ai fait rechercher la faune pélagique des eaux douces du Spitzberg sur toutes les îles et sur toutes les terres que nous avons visitées : le docteur Richard a conduit ce travail.

» Les résultats obtenus pour la Zoologie, et tels qu'ils nous apparaissent si peu de temps après l'expédition, sont les suivants :

» D'une façon générale, les espèces nouvelles ne semblent pas nombreuses, mais la distribution géographique et bathymétrique de certains animaux profitera de notions nouvelles.

» Ma collection océanographique, pour laquelle je construis un musée à

Monaco, croîtra notablement, car la faune des régions arctiques est bien différente de celle des Açores; d'autre part, certains spécimens déjà obtenus par nous dans l'Atlantique à une grande profondeur ont été retrouvés cette fois dans le nord beaucoup plus près de la surface et beaucoup plus vigoureux. Je citerai parmi les espèces intéressantes les Poissons suivants :

» *Centridermichthys uncinatus* et *Lycodes reticulatus* au delà de 80° de lat. et par 430^{m} de profondeur. *Lycodes frigidus* au delà de 79° de lat. et par 1865^{m}. *Lycodes Esmarki* au delà de 65° et par 650^{m}. *Triglops Pingeli* par 76°30′ de lat. et 48^{m} de profondeur, ainsi que dans un fjord du Spitzberg.

» Les Mollusques ci-après désignés : *Neptunea deformis*, Gastéropode très rare, par 76°45′ de lat. et 186^{m} de profondeur; *Pilidium radiatum*, *Buccinum glaciale*, *Buccinum groenlandicum*, par 76°30′ de lat. et 48^{m} de profondeur. Des Ascidies du genre *Synoicum* également par 76°30′ lat. Ce dernier dragage fort riche a produit des animaux de tous les groupes appartenant à la faune littorale.

» Les Ophiures : *Ophioscolex glacialis; Ophiopleura arctica; Ophiacantha bidentata; Ophioglypha Sarsi; Ophiocten sericeum*, à diverses profondeurs.

» Des Échinides : *Schizaster fragilis* et *Brissopsis lyrifera; Pourtalesia*, en morceaux; *Spatangus purpureus; Echinocardium flavescens.*

» Des Crinoïdes : *Antedon Eschrichti*, au fond d'un fjord du Spitzberg par 102^{m}; le même par 80° de latitude et 430^{m} de profondeur; *Antedon phalangium*, par 65° de latitude et 650^{m}.

» Une nasse descendue à l'entrée de l'Isfjord, sur la côte ouest du Spitzberg, par 78°8′ de latitude et 398^{m} de profondeur, a ramené 1775 crevettes rouges (*Pandalus*).

» Une autre a ramené de 1095^{m}, près des îles Lofoden, des Amphipodes (*Alibrotus littoralis*) de grande taille, qui habitent, sous la forme d'une variété très petite, la zone des marées dans l'océan Glacial.

» Durant toute la campagne, je n'ai rencontré qu'une fois de grands Cétacés en pleine mer (Balénoptères), et deux fois des *Beluga* au fond de deux baies dans l'Isfjord du Spitzberg. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Chimie, en remplacement de M. *Kékulé*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 55,

M. Mendelejeff obtient	28 suffrages,
M. Fischer.	22 »
M. Crookes	5 »

M. **Mendelejeff**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions chargées de juger les concours de 1899.

Le dépouillement des scrutins donne les résultats suivants :

Prix Desmazières. — MM. Van Tieghem, Bornet, Guignard, Bonnier, Chatin.

Prix Montagne. — MM. Bornet, Guignard, Van Tieghem, Bonnier, Chatin.

Prix La Fons-Melicocq. — MM. Van Tieghem, Bornet, Guignard, Bonnier, Chatin.

Prix Thore. — MM. Bornet, Van Tieghem, Guignard, Perrier, Bonnier.

Prix Savigny. — MM. Milne-Edwards, Perrier, de Lacaze-Duthiers, Filhol, Blanchard.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un volume de M. *J. Riban* « Traité d'analyse chimique quantitative par électrolyse ». (Présenté par M. Troost.)

2° Des « Recherches géologiques et pétrographiques sur le massif du mont Blanc », par MM. *Louis Duparc* et *Ludovic Mrazec* (Extrait des « Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève », t. XXXIII, n° 1.) (Présenté par M. Michel Lévy.)

ASTRONOMIE. — *Observation de l'éclipse totale de Lune du 27 décembre 1898, faite à l'observatoire de Besançon.* Note de M. **L.-J. Gruey**, présentée par M. Lœwy.

« L'éclipse est observée à l'équatorial coudé, avec un grossissement de 67, par M. Chofardet.

» Les observations, immersions et émersions ci-dessous, sont faites généralement au centre des monts, pics ou cratères numérotés par Proctor sur la carte de Beer et Maedler.

Entrée de la Lune dans l'ombre pure.... $10^h 10^m 56^s$ près des monts Rooks.

Immersions.			Émersions.		
Numéros.	Noms.	Temps moyen de Besançon. h m	Numéros.	Noms.	Temps moyen de Besançon. h m
272.	Grimaldi........	10.14,3	272.	Grimaldi........	12.56,3
284.	Vieta..........	15,6	140.	Mairan.........	58,1
267.	Hansteen........	17,4	148.	Aristarchus.....	58,3
146.	Reiner..........	20,2	133.	Harpalus........	12.59,6
232.	Gassendi........	21,4	267.	Hansteen........	13. 2,5
162.	Seleucus........	25,8	479.	»	3,0
144.	Kepler..........	27,8	144.	Kepler..........	4,1
213.	Bullialdus.......	28,1	232.	Gassendi........	7,4
145.	Bessarion.......	30,8	132.	Plato 1er bord...	10,9
186.	Pitatus.........	31,2	124.	Pytheas.........	11,3
148.	Aristarchus.....	32,1	132.	Plato 2e bord....	12,3
180.	Tycho..........	32,5	112.	Copernicus......	13,2
479.	»	34,1	121.	Timocharis......	14,1
112.	Copernicus......	36,4	226.	Campanus.......	14,6
125.	Euler..........	38,1	428.	»	17,1
121.	Timocharis......	47,1	120.	Archimedes.....	18,2
99.	Dionysius.......	54,4	186.	Pitatus.........	21,3
71.	Sulpicius gallus..	55,6	180.	Tycho..........	23,0
83.	Aristillus.......	56,3	77.	Eudoxus........	24,3
70.	Menelaus.......	56,8	94.	Triesneckner....	26,3
324.	Capella.........	57,2	95.	Manilius........	29,5
132.	Plato..........	10.59,1	70.	Menelaus.......	32,1
61.	Plinius.........	11. 1,2	486.	»	35,5
328.	Goclenius.......	3,5	317.	Hypatia.........	36,5
57.	Vitruvius.......	4,8	61.	Plinius.........	37,3
77.	Eudoxus........	5,6	57.	Vitruvius.......	40,1

Immersions.			Émersions.		
Numéros.	Noms.	Temps moyen de Besançon.	Numéros.	Noms.	Temps moyen de Besançon.
		h m			h m
327.	Messier.........	11. 6,5	60.	Proclus.........	13.47,3
78.	Aristoteles......	7,3	328.	Goclenius.......	50,2
59.	Macrobius.......	9,4	4.	Picard..........	51,1
338.	Langrenus.......	9,4	327.	Messier.........	51,4
60.	Proclus.........	11.11,1	338.	Langrenus.......	13.56,5

Sortie de la Lune de l'ombre pure....... $13^h59^m48^s$ près de 347 Kästner.

» L'ombre débute en gris noir et se colore de plus en plus en rouge à mesure qu'elle s'étend sur le disque lunaire.

» A 11^h18^m, quelques minutes avant la totalité, sur la direction du diamètre lunaire allant de l'est-sud-est à l'ouest-nord-ouest, on rencontre successivement les teintes rouge foncé, rouge clair, gris bleu et finalement un filet verdâtre.

» A partir de ce moment, le diamètre de ces colorations tourne toujours dans le même sens : à 12^h environ, le rouge foncé, qui se voyait à l'est-sud-est, est parvenu au sud; le gris bleu, qui lui était opposé, est arrivé au nord, mais en même temps la bande verte est devenue jaunâtre.

» Après 12^h, ce mouvement de rotation continue encore sans que l'aspect des colorations varie sensiblement; l'extrémité rouge du diamètre des teintes est passée à l'ouest-sud-ouest à 12^h50^m.

» A la suite du deuxième contact intérieur, l'ombre est rougeâtre et, en se retirant, prend une teinte grise qui s'accentue de plus en plus.

» Pendant la totalité de l'éclipse, nous avons observé quelques occultations des étoiles que M. Backlund nous avait signalées.

Immersions.				Émersions.			
Étoiles.		Temps moyen de Besançon.	Observateur.	Étoiles.		Temps moyen de Besançon.	Observateur.
Nos.	Grandeurs.	h m s		Nos.	Grandeurs.	h m s	
39	9,2	11.13.13,4	C	34	9,2	12. 4.45,9	C
45	9,3	11.26.55,2	G	32	9,4	12.12. 7,7	C
46	9,3	11.37. 0,7	G	36	9,3	12.29.22,9	C
53	9,0	12. 6. 6,9	C	39	9,2	12.33.23,2	C
70	9,3	12.55. 5,0	C	45	9,3	12.53.50,0	C

Les initiales G et C, de la colonne *Observateur*, sont celles de MM. Gruey et Chofardet.

» Les immersions des étoiles **45** et **46** se font brusquement, mais elles ne sont observées qu'après leur entrée sur le bord du disque lunaire.

» L'observation de l'étoile **70** est un peu incertaine, car l'immersion se fait près du bord éclairé.

» Le ciel est resté beau pendant toute la durée de ces observations; mais, sur la fin, un assez fort vent du sud agitait le coude de la lunette.

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète* 1898 *ED* (*Charlois*) *et de la comète Chase, faites à l'observatoire de Besançon, avec l'équatorial coudé, par M. P. Chofardet*. Note de M. **L.-J. Gruey**, présentée par M. Lœwy.

Dates. 1898	Étoiles	Temps sidéral de l'observation.	Astre. — Étoile. Ascension droite.	Distance polaire.	Nombre de comparaisons.
		PLANÈTE ED (CHARLOIS).			
Déc. 12	*a*	5h.15m.34s	+0m.36s,87	— 8'.37",6	12:9
		COMÈTE CHASE.			
Déc. 8	*b*	7.44.56	+0.43,78	+ 2.45,4	12:9
21	*c*	9.41.46	+0.19,97	+ 0.28,2	12:9
21	*c*	10.13. 2	+0.21,01	+ 0.16,3	9:6
22	*d*	10.54.16	+1.15,42	— 9.17,3	9:9
23	*e*	11.51.14	—2.38,65	+ 5.33,0	9:9
24	*f*	12. 6.15	—1.48,24	— 4. 9,4	9:9
1899.					
Janv. 7	*g*	8.18.55	+0.59,29	— 9.27,3	9:6
9	*h*	9.59.18	+0.15,00	— 5. 3,4	9:6

Positions moyennes des étoiles de comparaison.

Étoiles.	Autorités.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
a	Anon. rapp. à 691 Arg. T. VI	4h.37m.10s,28	+5s,85	68°.10'.53",5	—12",9
b	AG. Cambridge 5493	10.40.53,37	+4,39	64.53.11,5	+30,4
c	AG. Cambridge 5587	10.55. 7,93	+4,75	63. 7.44,4	+33,9
d	AG. Cambridge 5587	10.55. 7,93	+4,78	63. 7.44,4	+34,0
e	AG. Cambridge 5622	10.59.55,42	+4,78	62.43. 0,4	+34,6
f	AG. Cambridge 5622	10.59.55,42	+4,81	62.43. 0,4	+34,7
g	Anon. rapp. à Cambr. 5644	11. 5.50,38	+2,02	60.22.34,3	+17,9
h	AG. Cambridge 5668	11. 7.24,33	+2,09	59.54.38,6	+18,3

Positions apparentes.

Dates. 1898.	Temps moyen de Besançon.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire.	Log. fact. parallaxe.
		PLANÈTE ED (CHARLOIS).			
Déc. 12...	$11^h.48^m.52^s$	$4^h.37^m.53^s,00$	$\bar{2},849$	68°. 2'. 3",0	$0,577_n$
		COMÈTE CHASE.			
8....	14.33.33	10.41.41,54	$\bar{1},190_n$	64.56.27,3	$0,606_n$
21....	15.38.57	10.55.32,65	$\bar{1},154_n$	63. 8.46,5	$0,502_n$
21....	16.10. 8	10.55.33,69	$\bar{2},918_n$	63. 8.34,7	$0,488_n$
22....	16.47.19	10.56.28,13	$\bar{3},434_n$	62.59. 1,1	$0,481_n$
23....	17.40.12	10.57.21,55	$\bar{1},021$	62.49. 8,0	$0,486_n$
24....	17.51.15	10.58.11,99	$\bar{1},121$	62.39.25,7	$0,491_n$
1899.					
Janv. 7....	13. 9.29	11. 6.51,69	$\bar{1},490_n$	60.13.24,9	$0,530_n$
9....	14.41.44	11. 7.41,42	$1,132_n$	59.49.53,5	$0,430_n$

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur des photographies de nébuleuses et d'amas d'étoiles obtenues à l'observatoire de Meudon.* Note de M. **LOUIS RABOURDIN**, présentée par M. Janssen.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie une nouvelle série de photographies obtenues avec le grand télescope de l'observatoire de Meudon, pendant l'année 1898 et une partie de 1897. Ces photographies peuvent se diviser en deux groupes : le premier comprenant des amas d'étoiles et le deuxième des nébuleuses.

» Le premier de ces deux groupes est le plus riche, car il représente deux années d'observations. Il se compose comme il suit :

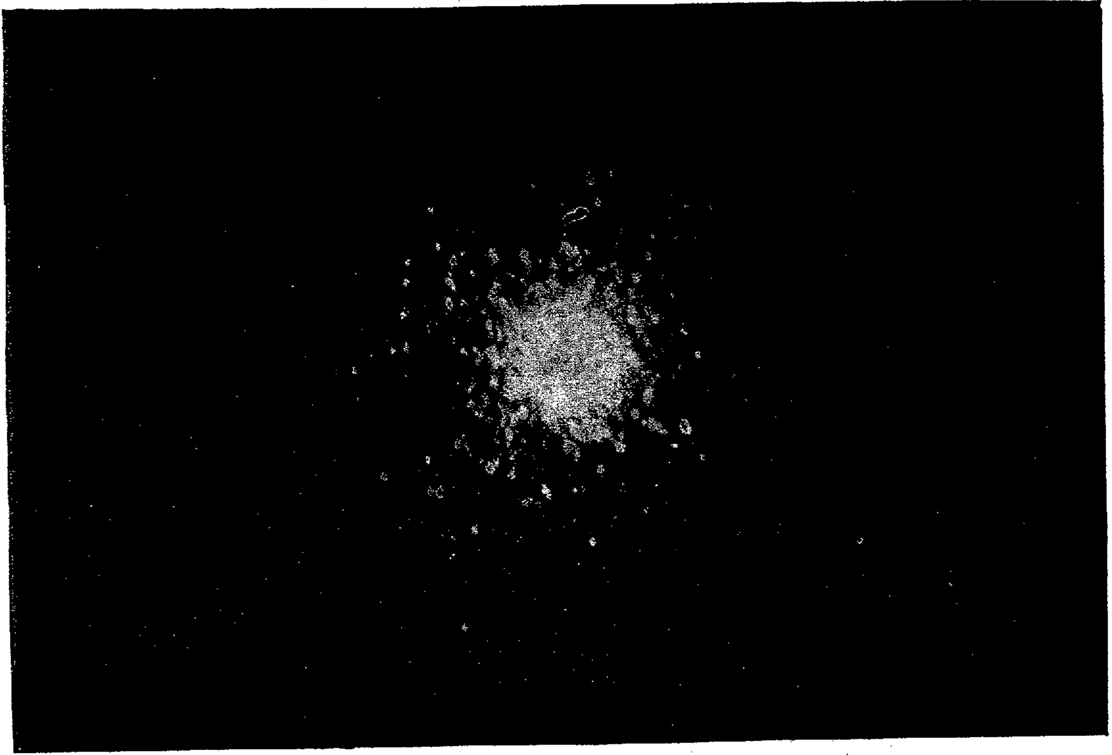
» L'amas d'Ophiuchus; pose une heure, agrandissement 10 fois; étoiles de 10e grandeur et au-dessous.

» L'amas des Levriers; pose une heure, agrandissement 10 fois; étoiles de 11e grandeur et au-dessous. Cet amas est tellement resserré qu'il ne forme presque qu'une seule tache, avec seulement quelques petites étoiles autour.

» Un amas de la constellation d'Hercule; pose une heure, agrandissement 10 fois; analogue au précédent.

» L'amas de Cassiopée, au contraire, offre un champ étendu de petites étoiles bien

Fig. 1.



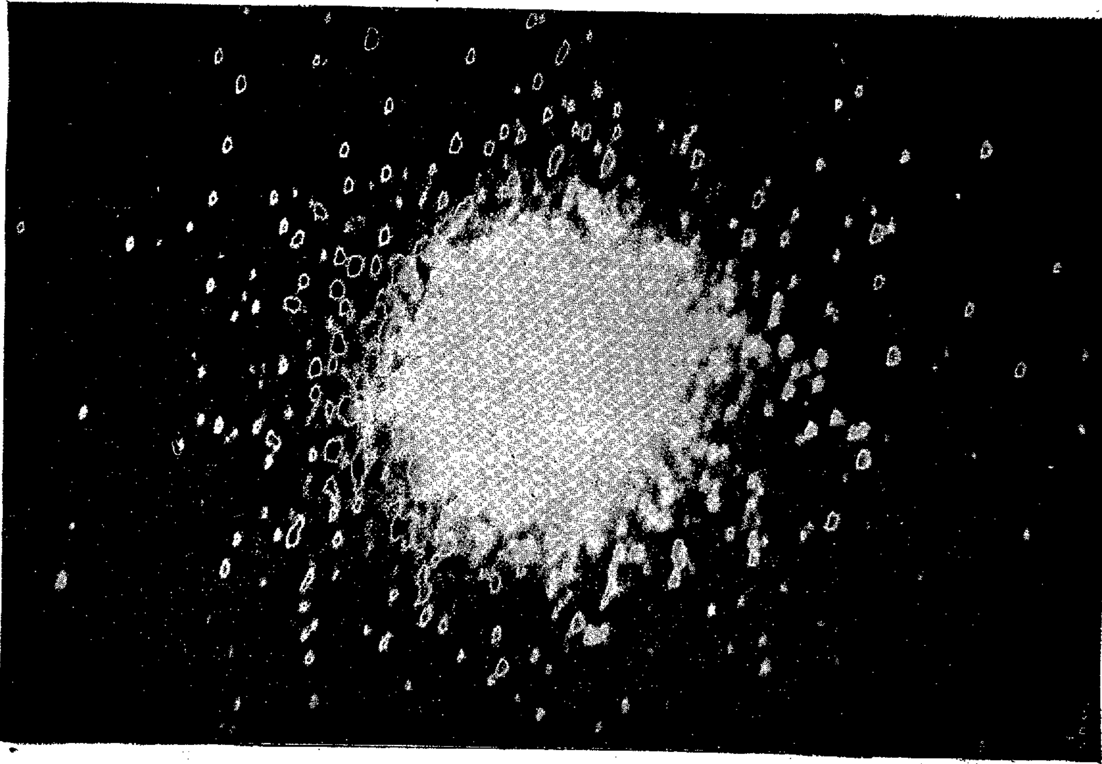
Amas d'Hercule (10 minutes de pose).

Fig. 2.



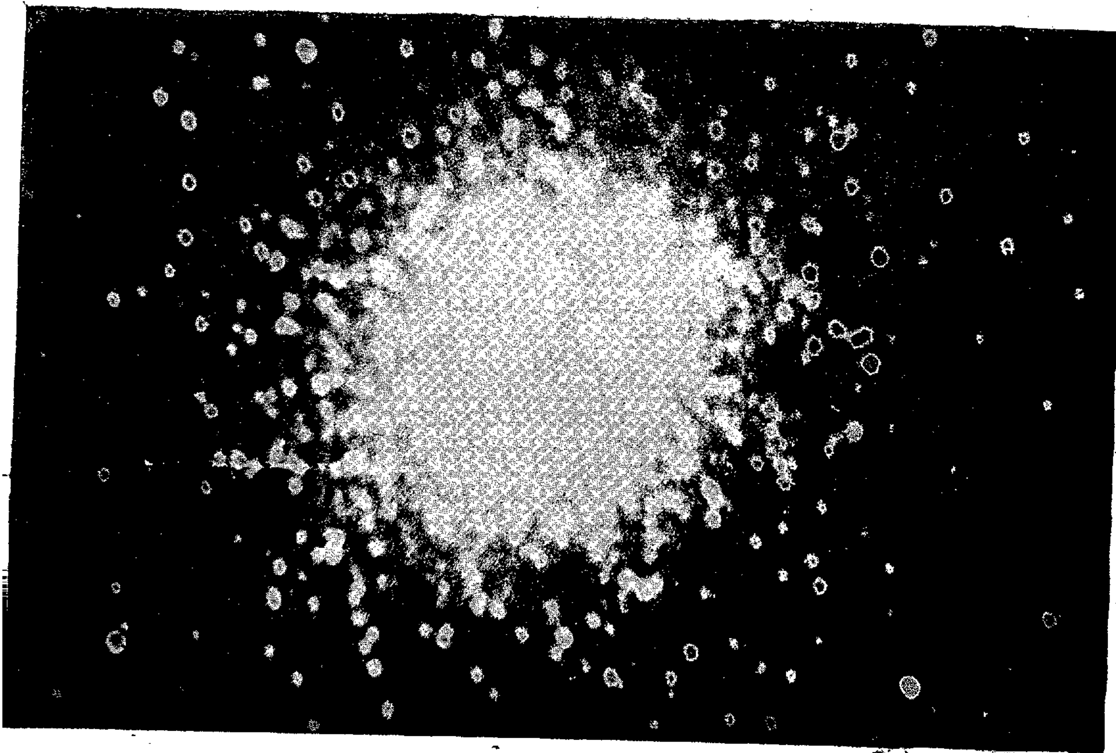
Amas d'Hercule (30 minutes de pose).

Fig. 3.



Amas d'Hercule (1 heure de pose).

Fig. 4.



Amas d'Hercule (2 heures de pose.)

séparées, de 11e grandeur et au-dessous. Une première photographie, de dix minutes de pose, et une deuxième, de trente minutes, agrandissement 3 fois, nous montrent les richesses de cette région.

» L'amas d'Antinoüs; pose trente minutes, agrandissement 10 fois; étoiles de 9e grandeur et au-dessous. Amas peu resserré, permettant assez bien de définir les étoiles qui le composent.

» Avec l'amas de Pégase, au contraire, nous rentrons dans les objets très condensés; mais ici, le temps ayant permis de prendre plusieurs épreuves avec différents temps de pose, on obtient l'amas sous des aspects différents et des grandeurs croissantes avec ces mêmes temps de pose. Une première épreuve de dix minutes, agrandissement 10 fois, laisse voir une tache avec quelques étoiles autour. Une seconde épreuve, de vingt minutes de pose, montre une tache plus étendue et le nombre des petites étoiles environnantes considérablement augmenté. Pour la troisième épreuve, de une heure de pose, même agrandissement de 10 fois, on obtient une large tache produite par l'agglomération intense des étoiles du centre et un certain nombre d'autres étoiles du pourtour, dont le nombre va décroissant du centre à l'extérieur. A remarquer les courbes très caractérisées sur lesquelles se trouvent rangés quelques chapelets d'étoiles. La pose de deux heures montre un agrandissement très marqué du disque central de l'amas.

» Voici encore l'amas d'Hercule, avec des poses croissantes de dix minutes (*fig.* 1), trente minutes (*fig.* 2), une heure (*fig.* 3) et deux heures (*fig.* 4), et même agrandissement de dix fois. Ces photographies sont intéressantes à comparer entre elles. Elles montrent bien l'accroissement des renseignements avec les temps de pose, l'intérêt que l'on a à obtenir des clichés avec des durées d'exposition différentes, et justifient le désir légitime des astronomes de pousser aussi loin que possible ces durées d'exposition.

» L'amas d'Hercule ressemble beaucoup, comme allure générale, à l'amas de Pégase; comme lui il a un noyau très dense, des étoiles autour, dont le nombre diminue avec l'éloignement du centre, et enfin, comme lui encore, il possède quelques étoiles disposées en forme de courbe.

» Les deux dernières photographies ont trait à l'amas de la Lyre, étoiles de 11e grandeur et au-dessous. Une pose de trente minutes, agrandissement dix fois, et une pose d'une heure.

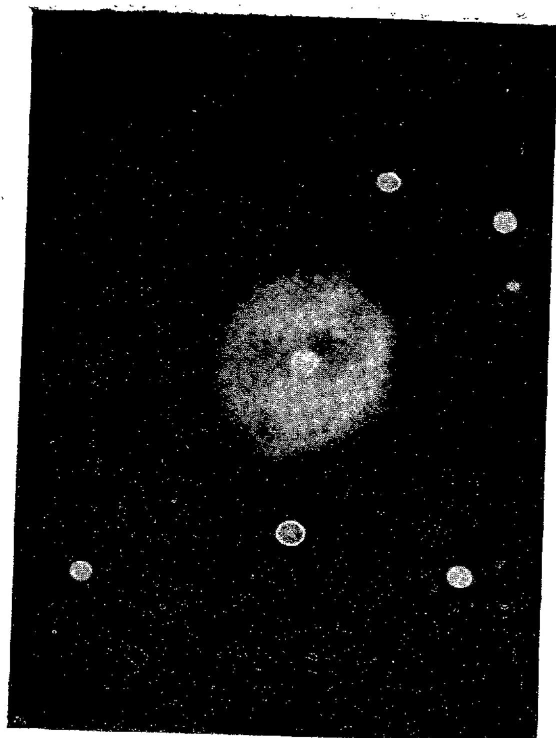
» Beaucoup de ces premières photographies sont encore incomplètes, en ce sens qu'elles auraient besoin d'être entourées d'autres documents, présentant des durées d'exposition différentes, comme pour l'amas d'Hercule et l'amas de Pégase. Cette lacune sera comblée avec le temps; mais l'on peut déjà dire que, grâce à l'excellent télescope de l'observatoire de Meudon, certaines de ces photographies, au contraire, sont allées beaucoup plus loin que ce qui avait été obtenu jusqu'à ce jour dans cette voie. C'est qu'en effet on peut obtenir ici les 20es grandeurs en moins d'une heure de pose, tandis que les instruments de la Carte du Ciel, par exemple, ne donnent que les 16es en une heure vingt minutes d'exposition.

» Le second groupe comporte :

» La nébuleuse de la Grande Ourse (*fig.* 5); pose : une heure trente minutes, agrandissement dix fois. On remarque parfaitement une étoile au centre et les perforations multiples de ce très curieux objet.

» La nébuleuse du Lion (*fig.* 6); pose : deux heures, agrandissement dix fois. Cette

Fig. 5.



Nébuleuse de la Grande-Ourse.

Fig. 6.



Nébuleuse du Lion.

nébuleuse, très condensée au centre, possède des spires très resserrées contre elle-même et pourvues de nodosités qui lui donnent un aspect assez étrange.

» La nébuleuse de l'Écu (*fig.* 7).

» J'appellerai plus particulièrement l'attention sur les résultats fournis par la nébuleuse de l'Écu, qu'aucun dessin ne semble jusqu'à présent avoir pu représenter fidèlement, puisque aucun ne ressemble aux autres; elle avait cependant comme forme générale et caractéristique, si l'on en croit surtout le dessin de John Herschel, l'apparence de la lettre Ω; si bien même que le nom lui en est resté. Si nous consultons le dessin de Lassell, bien que très différent déjà du premier, on peut encore reconnaître l'allure

particulière qui avait fait naître le rapprochement avec la lettre grecque. Mais voici que la Photographie vient de nouveau changer les idées que nous avions de cette forme. Il semblerait d'abord qu'il se soit produit une diminution dans l'intensité de la partie droite du pied de l'Ω. C'est sur la

Fig. 7.



Nébuleuse de l'Écu.

pose d'une heure, agrandissement dix fois, la retombée que l'on voit à droite, immédiatement après le grand crochet. On ne sent plus guère là que quelques étoiles entourées d'une faible nébulosité, alors que, sur le dessin d'Herschel, on constate en cet endroit une sorte de boule très accentuée.

» La pose de deux heures, agrandissement dix fois, montre une image

complète de la nébuleuse, et cet objet se révèle à nous sous une forme annulaire. C'est une nébuleuse perforée, comme la nébuleuse de la Lyre. Comme la nébuleuse de la Lyre, comme aussi la nébuleuse de Dumb-Bell, il y a un maximum de condensation aux extrémités du petit axe et aussi un minimum de condensation aux extrémités du grand axe. Seulement, ici, il y a un maximum de condensation bien plus accentuée d'un côté que de l'autre, et le fameux crochet, le fameux Ω, n'est plus qu'un accessoire, un simple petit crochet, comme si une spire voulait s'ébaucher en cet endroit.

» Cette même pose de deux heures, agrandie seulement cinq fois, montre combien la matière nébuleuse s'étend au loin. On constate là de petits centres de condensation, disséminés aux alentours, et qui rappellent les environs de la nébuleuse du Triangle dont j'ai présenté une photographie l'année dernière à l'Académie. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Généralisation de la première méthode de Jacobi sur l'intégration d'une équation aux dérivées partielles.* Note de M. N. **Saltykow**, présentée par M. Jordan.

« Considérons le système d'équations

$$(1)\qquad \begin{cases} p_k + \mathrm{H}_k(x_1, x_2, \ldots, x_n, p_{m+1}, p_{m+2}, \ldots, p_n) = 0, \\ k = 1, 2, \ldots, m, \qquad m < n, \end{cases}$$

les valeurs p_i désignant les dérivées $\frac{\partial z}{\partial x_i}$. Leurs conditions d'involution étant identiquement satisfaites, on en conclut que les équations

$$(2)\qquad \begin{cases} dx_{m+i} = \sum_{k=1}^{m} \frac{\partial \mathrm{H}_k}{\partial p_{m+i}} dx_k, \\ dp_{m+i} = \sum_{k=1}^{m} \frac{\partial \mathrm{H}_k}{\partial x_{m+i}} dx_k \end{cases}$$

sont aux différentielles totales. Les théorèmes suivants établissent un lien intime entre les problèmes d'intégration des équations (1) et (2).

» I. *Soit*

$$z = \mathrm{V}(x_1, x_2, \ldots, x_n, b_1, b_2, \ldots, b_{n-m}) + b$$

une intégrale complète des equations (1), b, b_1, b_2, ..., b_{n-m} *étant des constantes arbitraires. Le déterminant fonctionnel*

$$\mathrm{D}\left(\frac{\frac{\partial V}{\partial x_{m+1}}, \frac{\partial V}{\partial x_{m+2}}, \ldots, \frac{\partial V}{\partial x_n}}{b_1, b_2, \ldots, b_{n-m}}\right)$$

ne s'annulant pas, les équations

$$\frac{\partial V}{\partial x_{m+i}} = p_{m+i}, \qquad \frac{\partial V}{\partial b_i} = a_i, \qquad i = 1, 2, \ldots, n-m,$$

a_i *étant de nouvelles constantes arbitraires, donnent l'intégrale générale du système* (2).

» Quant à l'inverse du théorème cité, il est nécessaire d'établir préalablement le lemme suivant :

» *En vertu de l'intégrale générale du système* (2), *la formule*

$$\sum_{k=1}^{m}\left(\sum_{i=1}^{n-m} p_{m+i}\frac{\partial H_k}{\partial p_{m+i}} - H_k\right) dx_k$$

devient une différentielle exacte, que nous nommons dU.

» II. *Soient les constantes arbitraires* a_i, b_i, *figurant dans l'intégrale générale des équations* (2), *les valeurs initiales des variables* x_{m+i}, p_{m+i}. *La quadrature de la différentielle exacte* dU *effectuée, considérons la fonction*

$$V = \int_{U_0}^{U} dU + \sum_{i=1}^{n-m} a_i b_i + b,$$

où b *est une nouvelle constante arbitraire,* U_0 *la valeur initiale de la fonction* U. *En éliminant les* a_i, *donnés en fonctions des* x_i, b_i *par l'intégrale mentionnée, on obtient la valeur de* V *représentant une intégrale complète du système* (1), *et les équations intégrales du système* (2) *prennent la forme nouvelle*

$$\frac{\partial V}{\partial x_{m+i}} = p_{m+i}, \qquad \frac{\partial V}{\partial b_i} = a_i, \qquad i = 1, 2, \ldots, n-m.$$

» Donc, la fonction V jouit de toutes les propriétés de *la fonction principale* de Jacobi. Nous voulons aussi lui donner le même nom.

» Mais passons aux équations (2). Nous proposons de les nommer *système canonique des équations aux différentielles totales,* leur théorie présentant une analogie avec celle des équations canoniques ordinaires. Les

théorèmes démontrés donnent lieu à des conséquences remarquables sur l'intégration des équations en question :

» 1. *Supposons qu'on a $n-m$ intégrales distinctes en involution* (1) *du système* (2); *son intégration se ramène à une quadrature.*

» En effet, en joignant ces intégrales aux équations (1), il vient un système en involution, dont l'intégrale complète est définie par une quadrature. Cela posé, les formules du premier théorème rien que par des différentiations nous donnent les $n-m$ intégrales cherchées du système (2).

» Ce fameux théorème, que M. S. Lie a annoncé (2) sous une forme toute différente, est une généralisation évidente de celui *de Liouville* (3) sur les équations canoniques ordinaires.

» 2. *Si l'on connaît $k(k<n-m)$ intégrales distinctes en involution du système* (2), *son intégration revient à celle d'un système canonique aux différentielles totales d'ordre $2n-2m-2k$.*

» 3. *Le problème d'intégration du système* (2) *n'exige que $n-m$ opérations d'intégration d'ordre $2n-2m$, $2n-2m-2$, ..., 4, 2 et une quadrature.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les groupes d'opérations.* Note de M. G.-A. **Miller**, présentée par M. Jordan.

« A. Une énumération de tous les groupes possibles dont l'ordre n'excède pas 35 a été donnée dans les *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 371. J'ai déterminé récemment tous les groupes possibles dont l'ordre est inférieur à 64. Le Tableau suivant donne les nombres de ces groupes pour chaque ordre :

Ordre	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
Nombre de groupes	14	1	2	2	14	1	6	1	4	2	2	1	52	2
Ordre	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
Nombre de groupes	5	1	5	1	15	2	13	2	2	1	13	1	2	4

(1) Nous disons que les intégrales sont en involution, quand les parenthèses de Poisson, formées de leurs premiers membres par rapport aux variables x_{m+i}, p_{m+i}, s'annulent identiquement.

(2) *Math. Ann.*, Bd. XI, S. 469.

(3) *Journal de Liouville*, 1re série, t. XX, p. 137.

» La plupart de ces nombres peuvent aisément se déduire des formules données par M. Hölder dans son article : *Die Gruppen der Ordnungen* p^3, pq^2, pqr, p^4 (*Mathematische Annalen*, t. XLIII, 1893). Il y a toutefois exception pour les groupes des ordres 36, 40, 48, 54, 56 et 60. Ceux de l'ordre 56 sont donnés par les formules de M. Levavasseur (1). Ceux de l'ordre 60 sont donnés par M. Burnside, dans son Livre récent, *Theory of groups of a finite order*, 1897, p. 105.

» Le problème de la recherche de tous les groupes de l'ordre 48 est beaucoup plus difficile que ceux pour les autres ordres qui sont donnés plus haut. A cause de cela, nous donnerons quelques résultats importants de ces groupes. Il y a seulement deux groupes de l'ordre 48 qui ne contiennent aucun sous-groupe de l'ordre 24. Chacun de ces deux groupes contient 16 sous-groupes conjugués de l'ordre 3 et seulement un sous-groupe de l'ordre 16. Ces sous-groupes invariants de l'ordre 16 sont abéliens. L'un a 4 générateurs indépendants de l'ordre 2 et l'autre a 2 générateurs indépendants de l'ordre 4. Il y a 14 groupes de l'ordre 48 qui sont les produits directs d'un groupe de l'ordre 16 et le groupe de l'ordre 3; 5 de ces 14 groupes sont abéliens et 1 est hamiltonien (2).

» B. Les groupes de l'ordre 54 sont un cas spécial des groupes de l'ordre $2p^3$. Quand p est un nombre premier impair, il y a 15 groupes de l'ordre $2p^3$ pour chaque valeur de p. 3 de ces groupes sont abéliens, mais aucun n'est hamiltonien. 10 contiennent un sous-groupe abélien de l'ordre p^3, mais 2 seulement contiennent 1 sous-groupe circulaire de cet ordre. Tout groupe de l'ordre $2p^3$ contient 1 seul sous-groupe de l'ordre p^3. Quand $p = 2$, il y a seulement 14 groupes, et ces groupes sont bien connus.

» C. M. Bagnera a récemment considéré le problème de la recherche de tous les groupes dont l'ordre est p^5 (p étant un nombre premier quelconque (*Annali di Matematica*, t. I, p. 137-228; 1898). Dans le cas particulier où $p = 2$, ce problème était résolu comme j'ai dit plus haut. Les résultats de M. Bagnera s'accordent avec les publications plus anciennes dans les cas où les groupes sont abéliens ou contiennent huit opérations qui sont commutatives à chacune des opérations de groupe; mais dans les autres cas, ces résultats ne s'accordent pas. Au sujet de ce désaccord, j'ai

---

(1) LEVAVASSEUR, *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 516.—MILLER, *Phil. Mag.*, t. XLII, p. 195.

(2) DEDEKIND, *Mathematische Annalen*, t. XLVIII, p. 549.

examiné encore tous les groupes d'ordre 32, mais je n'ai pu trouver aucune erreur dans les publications plus anciennes ([1]).

» D. Il est facile de voir que le groupe des isomorphismes cogrédients d'un groupe donné (G) ne peut être circulaire, et, s'il est abélien, il ne peut contenir aucune opération dont l'ordre excède le nombre des opérations de I qui sont commutatives à chacune de ses opérations. On peut prouver que le groupe des isomorphismes cogrédients de G n'est pas le produit direct de 2 groupes circulaires si ces groupes ont le même ordre. De là suit que, si le groupe des isomorphismes cogrédients de 1 groupe de l'ordre p^α, $\alpha < 6$, est abélien, il ne contient pas d'opérations dont l'ordre excède p. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le développement de certaines irrationnelles en fraction continue.* Note de M. **Crelier.**

« La valeur $\sqrt{A}$, développée en fraction continue, donne, comme terme général,

$$x_p = \frac{n_{p-1}}{\sqrt{A} - (b - r_{p-1})}$$
$$= \frac{n_{p-1}(\sqrt{A} + b - r_{p-1})}{A - (b - r_{p-1})^2} = \frac{\sqrt{A} + b - r_{p-1}}{n_p} = b_p + \frac{\sqrt{A} - (b - r_p)}{n_p};$$

r_p représente le reste de la division $\frac{2b - r_{p-1}}{n_p}$ et $b_p = \frac{2b - r_{p-1} - r_p}{n_p}$.

» Ce développement suppose $A - (b - r_{p-1})^2 = n_{p-1} . n_p$; cette formule se vérifie pour les premiers termes, et en la supposant vraie pour deux valeurs $n_{p-2} . n_{p-1}$, on démontre aisément qu'elle subsiste pour le produit suivant : $n_{p-1} . n_p$. Elle est donc générale.

» 1. Remarquons, en outre, que l'on a, dans ce développement, $n_p > r_p$, $n_p > r_{p-1}$, $n_p < 2b$, $r_p < b$. La valeur b^2 est le plus grand carré parfait contenu dans A.

» Développons maintenant chacune des différences $A - 1^2$, $A - 2^2$, $A - 3^2$, ..., $A - l^2$, ..., $A - b^2$ en produits de deux facteurs $n.n'$ satisfai-

([1]) Miller, *Quarterly Journal of Mathematics*, t. XXVIII, p. 232.

([2]) Hölder, *Mathematische Annalen*, t. XLVI, p. 326.

sant aux conditions énoncées en (1), *sans nous inquiéter si ces produits font partie ou non de ceux qui entrent dans le développement de* $\sqrt{A}$.

» Prenons-en maintenant un *quelconque* :

$$A - \lambda^2 = n_\alpha . n_\beta$$

et étudions les valeurs

$$\frac{\sqrt{A}+\lambda}{n_\alpha} = y \qquad \text{et} \qquad \frac{\sqrt{A}+\lambda}{n_\beta} = y'.$$

» On voit aisément que ces valeurs se développent en fractions continues, et ces développements donnent lieu aux trois théorèmes secondaires suivants :

» I. *Si, à un moment donné, on a, dans le calcul de* y *ou de* y', $n_p = n_{p+1}$, *ou encore* $n_{p-1} = n_{p+1}$, *à partir de* n_{p+1}, *toute la série des valeurs n qui ont précédé se répète dans l'ordre inverse; les valeurs* b_μ, *quotients incomplets, suivent la même loi.*

» II. *Si l'on a une fois un produit* $n_\mu . n_{\mu+1}$, *tel que* $n_\mu = n_\lambda$ et $n_{\mu+1} = n_{\lambda-1}$, $n_{\lambda-1} . n_\lambda$ *étant un produit précédemment obtenu, la loi précédente subsiste pour les valeurs n et les quotients incomplets b entre* n_λ *et* n_μ *et en dehors de* $n_{\lambda-1}$ *et* $n_{\mu+1}$.

» III. *Si, au contraire, on a* $n_\lambda = n_\mu$ *et* $n_{\lambda+1} = n_{\mu+1}$, *les valeurs* n_μ *et* $n_{\mu+1}$ *font partie d'une seconde période qui est la répétition de celle à laquelle appartiennent* n_λ *et* $n_{\lambda+1}$.

» *Remarque.* — Si une période se produit suivant le théorème III, il est de toute évidence qu'elle commence avec le premier quotient incomplet.

» Si cette période présente un quotient incomplet B entraînant la symétrie prévue aux autres théorèmes, le premier quotient incomplet b_1 se retrouvera après B, sans recommencer la période. De là au commencement de la nouvelle période il est facile de démontrer qu'il y aura encore un quotient incomplet D entraînant une seconde symétrie.

» De ceci, nous pourrons établir le théorème général suivant :

» Théorème général. — *Les valeurs* $\frac{\sqrt{A}+\lambda}{n_\alpha} = y$ *et* $\frac{\sqrt{A}+\lambda}{n_\beta} = y'$, *déduites de* $A - \lambda^2 = n_\alpha . n_\beta$ *donnent deux fractions continues périodiques simples, dont l'une a pour quotients incomplets ceux de l'autre pris dans l'ordre inverse.*

» En effet, le calcul des quotients incomplets nous conduit d'un produit du tableau à un autre; mais, comme le nombre des produits est limité, il

arrivera forcément un moment où, retrouvant pour la première fois un facteur n_μ égal à un autre facteur n_λ déjà obtenu, on aura les alternatives suivantes :

» 1° On trouvera un nouveau produit renfermant ce facteur avec un autre permettant de continuer le développement;

» 2° Après l'épuisement des produits, ou après une rencontre comme la précédente, mais où aucun produit ne permet la continuation, on devra se reporter aux deux valeurs qui ont accompagné n_λ la première fois :

$$(a) \qquad n_\lambda . n_{\lambda-1},$$

$$(b) \qquad n_\lambda . n_{\lambda+1}.$$

» On ne peut pas continuer suivant (a) avec $n_{\mu+1} = n_{\lambda-1}$, car la symétrie résultante (théorème II) entraînerait une répétition antérieure. Le produit (b) avec $n_{\lambda+1} = n_{\mu+1}$ permet la continuation. Il en résulte alors que la période recommence en n_μ, avec le premier quotient incomplet du développement, et sans symétrie, puisqu'il n'y a pas eu de termes répétés antérieurement.

» 3° Si cette alternative ne se présente pas, il ne restera plus comme issue que l'une des deux formes ci-dessous :

$$(d) \qquad n_\mu = n_{\mu+1}$$

ou le produit

$$(e) \qquad n_\mu . n_{\mu-1};$$

ce produit entraîne alors $n_{\mu+1} = n_{\mu-1}$.

» Dans ces deux cas, la symétrie se produit à partir de ces valeurs. Il est alors facile de démontrer que, après la répétition du premier quotient incomplet, par raison de symétrie, il existe une nouvelle symétrie depuis cette répétition jusqu'au commencement de la deuxième période. Donc *la fraction continue est périodique simple, sans symétrie, ou avec une symétrie double.*

» Les lois qui régissent la symétrie des quotients incomplets et des produits permettent d'établir que le quotient complet qui suit la répétition du premier terme dans y est la valeur y' elle-même. En outre, le dernier terme de la période étant égal au premier terme de la seconde moitié, et ainsi de suite pour les autres, *la valeur y' est formée des quotients incomplets de y pris dans l'ordre inverse.* Un raisonnement analogue se fait aussi quand il n'y a pas symétrie. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur la déformation des quadriques de révolution.* Note de M. C. **Guichard**, présentée par M. Darboux.

« J'ai déjà établi (*Comptes rendus*, 1878) que la déformation des quadriques de révolution qui ont un centre se ramène à celle de la sphère. Les théorèmes qui suivent, théorèmes qui sont une conséquence immédiate de la théorie des systèmes de cercles et de sphères que je développerai prochainement, mettent en évidence les relations géométriques qui existent entre les déformées de la sphère et celles des quadriques de révolution.

» I. *Soient* M *un point d'une quadrique de révolution dont l'axe* a *une longueur* $2a$; F_1 *et* F_2 *les foyers de cette quadrique,* φ_1 *et* φ_2 *les symétriques des foyers par rapport au plan tangent en* M; M' *le point qui correspond à* M *sur une déformée de la quadrique; transportons la quadrique de façon que le point* M *vienne en* M' *et que les tangentes correspondantes en* M *et* M' *viennent coïncider; les points* F_1, F_2, φ_1, φ_2 *prennent les positions* F'_1, F'_2, φ'_1, φ'_2; *ces points* F'_1, F'_2, φ'_1, φ'_2 *décrivent des surfaces dont la courbure moyenne est égale à* $\frac{1}{a}$.

» Il en résulte que les milieux des segments $F'_1\varphi'_2$ et $F'_2\varphi'_1$ décrivent des surfaces applicables sur une sphère de rayon a.

» Si la quadrique donnée est un paraboloïde de révolution, les points F'_1, φ'_1 décrivent des surfaces minima.

» II. *Les plans isotropes menés par l'axe coupent le plan tangent suivant deux droites* D *et* D' *qui viennent occuper les positions* Δ *et* Δ' *sur le plan tangent en* M' *à la déformée de la quadrique; ces droites* Δ *et* Δ' *sont normales à des surfaces dont la courbure moyenne est* $\frac{1}{a}$; *les points de ces droites qui décrivent des surfaces à courbure moyenne constante correspondent aux points d'intersection des génératrices isotropes de la surface avec le plan tangent en* M *à la quadrique.*

» Dans le cas du paraboloïde de révolution ces droites Δ et Δ' sont normales à des surfaces minima.

» Ainsi, quand on connaît une déformée d'une quadrique de révolution on peut construire quatre droites qui restent normales à une surface à courbure moyenne constante; deux de ces droites passent par le point de la déformée, les deux autres sont situées dans son plan tangent.

» III. *Soit* A' *le point de rencontre des droites* Δ *et* Δ'; *ce point correspond*

au point d'intersection de l'axe avec le plan tangent en M; *le point* A' *décrit une surface applicable sur la quadrique donnée.*

» Les points M' et A' décrivent des surfaces qu'on appelle *surfaces complémentaires* dans la Théorie des surfaces de M. Weingarten. Dans le cas du paraboloïde de révolution, le résultat énoncé est déjà connu (Darboux, *Leçons*, 3e Partie, p. 332).

» Ce troisième théorème peut se vérifier facilement par les méthodes de M. Weingarten; il revient en somme à la propriété suivante des coniques :

» Considérons une ellipse dont l'équation est

$$\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}=1;$$

à chaque point M d'abscisse x, faisons correspondre un autre point M' de l'ellipse dont l'abscisse est

$$x'=\frac{a^3}{cx};$$

les tangentes en M et M' limitées au grand axe ont la même longueur l; si l'on désigne par ds, ds' les différentielles des arcs décrits par les points M et M', on a

$$ds-ds'=\pm dl. \text{ »}$$

GÉOMÉTRIE. — *Sur l'équation normale des surfaces.* Note de M. A. **Pellet**, présentée par M. Hermite.

« 1. Considérons une surface dans l'espace à n dimensions. En un point ordinaire, il existe au moins un système, et en général un seul, d'axes coordonnés rectangulaires, la normale à la surface et les directions principales, tel que l'équation de la surface devienne

$$\zeta=\tfrac{1}{2}(a_1\xi_1^2+\ldots+a_{n-1}\xi_{n-1}^2)+\tfrac{1}{6}\zeta_3+\ldots$$

les termes du second degré, ζ_2, ne contenant pas de produit de deux variables ξ.

» Si la surface est à lignes de courbure coordonnées, ζ_3 ne contient pas de terme renfermant trois des variables ξ; le nombre de ses termes est donc $(n-1)^2$ et l'on a

$$\zeta_3=\frac{\partial a_1}{\partial s_1}\xi_1^3+\ldots+\frac{\partial a_{n-1}}{\partial s_{n-1}}+\sum_i\sum_j\frac{\partial a_i}{\partial s_j}\xi_i^2\xi_j,$$

les nombres i et j étant différents, et $\frac{\partial a_i}{\partial s_j}$ représentant la dérivée de a_i quand on se déplace sur la ligne de courbure tangente à l'axe des ξ_j, par rapport à l'arc de cette courbe.

» **2.** Soient $y_1, y_2, \ldots, y_p$, p fonctions linéaires et entières des coordonnées rectangulaires $x_1, x_2, \ldots, x_n$ et de la somme de leurs carrés : $x_1^2 + x_2^2 + \ldots + x_n^2$. Les surfaces

$$(1) \qquad A_1 \left(\frac{Y_1}{y_1}\right)^m + \ldots + A_p \left(\frac{Y_p}{y_p}\right)^m = 0,$$

$$(2) \qquad A_1 l\left(\frac{Y_1}{y_1}\right) + \ldots + A_p l\left(\frac{Y_p}{y_p}\right) = 0,$$

où les fonctions Y représentent ce que deviennent les fonctions y quand on y remplace les x par X, coordonnées courantes, et où les A sont des constantes satisfaisant à la relation

$$A_1 + A_2 + \ldots + A_p = 0,$$

ont mêmes directions principales au point commun $x_1, \ldots, x_n$; et leur équation normale est comprise dans une formule unique où les coefficients de ζ_2 sont des fonctions du premier degré de m, ceux de ζ_3 du second degré, etc., la surface (2) correspondant au cas de $m = 0$.

» **3.** Supposons que $y_1 = 0, y_2 = 0, \ldots, y_{n+2} = 0$ soient les équations de $n + 2$ sphères orthogonales deux à deux.

» La surface

$$(1) \qquad A_1 l y_1 + A_2 l y_2 + \ldots + A_{n+2} l y_{n+2} = C$$

a mêmes directions principales que

$$A_1 \left(\frac{Y_1}{y_1}\right)^2 + A_2 \left(\frac{Y_2}{y_2}\right)^2 + \ldots + A_{n+2} \left(\frac{Y_{n+2}}{y_{n+2}}\right)^2 = 0,$$

aux points $x_1, x_2, \ldots, x_n$. Elles sont donc données par les tangentes aux intersections des surfaces

$$\frac{Y_1^2}{\frac{y_1^2}{A_1} + \lambda} + \frac{Y_2^2}{\frac{y_2^2}{A_2} + \lambda} + \ldots + \frac{Y_{n+2}^2}{\frac{y_{n+2}^2}{A_{n+2}} + \lambda} = 0,$$

λ prenant les $n - 1$ valeurs racines de l'équation

$$\frac{A_1}{\frac{y_1^2}{A_1} + \lambda} + \frac{A_2}{\frac{y_2^2}{A_2} + \lambda} + \ldots + \frac{A_{n+2}}{\frac{y_{n+2}^2}{A_{n+2}} + \lambda} = 0.$$

» La surface (1) admet donc des lignes de courbure coordonnées. Elles sont données par l'intersection de cette surface avec l'enveloppe des surfaces

$$\left(\frac{y_1^2}{A_1}+\lambda\right)^{A_1}\left(\frac{y_2^2}{A_2}+\lambda_2\right)^{A_2}\left(\frac{y_3^2}{A_3}+\lambda\right)^{A_3}\cdots\left(\frac{y_{n+2}^2}{A_{n+2}}+\lambda\right)^{A_{n+2}}=u,$$

où λ désigne le paramètre variable et u une constante arbitraire. Dans le cas de $n=3$, on a le système donné par M. Darboux (*Leçons sur les systèmes orthogonaux et les coordonnées curvilignes*, p. 143).

» Se rapportant au paragraphe précédent, on voit que la surface

$$B_1 y_1^m + B_2 y_2^m + \ldots + B_{n+2} y_{n+2}^m = 0$$

admet des lignes de courbure coordonnées quelles que soient les constantes B.

» 4. Pour les surfaces du second degré, ζ_2 divise ζ_3; on en déduit

$$a_1 = PU_1^2, \qquad a_i = PU_i^2, \qquad \ldots, \qquad a_{n-1} = PU_{n-1}^2,$$

U_i étant une fonction de u_i paramètre de la ligne de courbure tangente à l'axe des ξ_i et P désignant le produit $U_1 U_2 \ldots U_{n-1}$. Le quotient de ζ_3 par ζ_2 est la différentielle totale de $l(a_1 a_2 \ldots a_{n-1})$. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'expression de l'énergie d'un circuit et la loi de l'électro-aimant.* Note de M. A. PEROT, présentée par M. Potier.

« Considérons un circuit placé dans un milieu magnétique en totalité ou en partie. Si I_1 est l'intensité du courant qui parcourt ce circuit, Φ_1 le flux d'induction produit et entraîné par lui, l'énergie du système peut être regardée comme entièrement déterminée si l'on connaît I_1 ou la valeur de l'induction B_1 en chaque point du champ, ou encore, si le tracé des lignes de force, étant donnée la valeur du flux Φ_1, est donné.

» On peut donc calculer l'énergie intrinsèque de ce système en le supposant à l'origine dans l'état mécanique où il se trouve à l'instant considéré et faisant croître l'intensité du courant depuis la valeur O qui correspond à l'origine jusqu'à la valeur I_1; la partie de l'énergie fournie par la source qui n'aura pas été convertie en chaleur sera l'énergie du système.

» Or, dans un pareil système, d'après la loi de l'induction, lors d'une variation dI du courant, produisant une variation $d\Phi$ du flux, l'énergie

fournie par la source est $I\,d\Phi$; l'énergie totale sera donc

$$\int_0^{I_1} I\,d\Phi,$$

où Φ est une fonction de I.

» D'ailleurs, si la courbe liant le flux à l'intensité est la courbe ci-contre, l'intégrale ci-dessus sera représentée par l'aire $OM\Phi_1$.

» Cette aire ne sera $\frac{1}{2}I_1\Phi_1$ que si la courbe est une droite, et il n'en sera ainsi que si la perméabilité est indépendante du courant et, par suite, de la force magnétique.

» Il en résulte que, sauf dans le cas exceptionnel où le milieu n'est pas magnétique, l'expression

$$\tfrac{1}{2}I\Phi$$

ne représente pas l'énergie du circuit, et celle-ci dépend de la loi qui lie le flux à l'intensité.

» Dans le cas d'une perméabilité décroissant comme celle du fer à la température ordinaire, la valeur de l'énergie est plus petite que $\frac{1}{2}I\Phi$.

» Les formules donnant l'attraction d'un électro sur son armature et tirées de l'expression inexacte de l'énergie indiquée ci-dessus sont cependant exactes dans le cas où un déplacement infiniment petit de l'armature peut être considéré comme n'ayant pas d'influence sur le tracé des lignes de force dans le milieu magnétique.

» Lors d'un déplacement de l'armature opéré en laissant le flux constant par exemple, la valeur de l'induction et celle de la perméabilité restent les mêmes en chaque point; il suffit dès lors de considérer le système comme ayant en chaque point une perméabilité constante; les forces d'attraction exercées par le système réel et par le milieu hypothétique à perméabilité constante seront les mêmes. Or, l'énergie de ce dernier est $\frac{1}{2}I_1\Phi_1$, et le travail extérieur dû dans une variation à flux constant, uniquement à la variation de l'énergie intrinsèque, sera $\frac{1}{2}\Phi\,dI$. Il n'y a dès lors qu'à achever le calcul suivant la méthode habituelle pour arriver aux résultats connus.

» Dans le cas où le déplacement infiniment petit de l'armature altérerait le tracé des lignes de force, la formule usuelle donnerait des résultats inexacts. »

PHYSIQUE. — *Sur l'action chimique des rayons* X. Note de M. P. VILLARD [1], présentée par M. J. Violle.

« Dans une Note antérieure [2], j'ai montré que le platinocyanure de baryum, modifié par les rayons X, est complètement régénéré par la lumière : il reprend sa couleur normale, qui avait fait place à une teinte brune, et il recouvre sa fluorescence primitive.

» Dans cette expérience, l'action de la lumière est exactement inverse de celle des rayons X, et détruit l'effet produit par ceux-ci. Cet antagonisme se manifeste, et d'une manière beaucoup plus apparente, avec les plaques photographiques au gélatinobromure d'argent.

» Supposons, par exemple, qu'une préparation de ce genre ait été soumise à l'action des rayons X pendant un temps suffisant pour qu'au développement elle devienne franchement noire; avant de procéder à cette dernière opération, exposons pendant quelques instants une moitié de la plaque à la lumière du jour ou d'une source artificielle. Sous l'action ultérieure d'un révélateur quelconque (oxalate ferreux, hydroquinone, cristallos, etc.), la moitié non insolée devient noire, comme on devait s'y attendre, mais l'autre moitié est seulement grise ou même reste tout à fait blanche (ce dernier résultat s'obtient, au moins pour certaines émulsions, avec une durée de pose de cinquante secondes environ à 40^{cm} d'un fort bec Auer).

» Toutes les préparations que j'ai essayées donnent des résultats analogues, mais avec des durées d'éclairement très différentes.

» L'action de la lumière peut donc, en quelque sorte, effacer l'impression produite par les rayons X. Le bromure d'argent, toutefois, ne revient pas complètement à son état initial; il a perdu presque complètement sa sensibilité.

» Dans cette expérience, avant le développement, la moitié insolée de la plaque est un peu plus sombre que l'autre; sous l'action du révélateur, l'égalité de teinte se rétablit d'abord en quelques secondes, puis la moitié non insolée se développe seule ou au moins d'une façon prépondérante.

» Au lieu d'employer la lumière blanche, on peut recevoir un spectre sur

---

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1414.

la plaque impressionnée : on constate alors que la région la plus active du spectre est exactement la même que dans les conditions ordinaires; elle correspond, en effet, aux radiations plus particulièrement absorbées par le bromure d'argent. Mais en même temps d'autres rayons sont devenus efficaces : avec les plaques Lumière (marque bleue), il y a un second maximum d'action entre les raies B et C. Ce deuxième groupe actif s'étend jusqu'au commencement de l'infra-rouge, il est séparé du premier par une région qui est à peu près neutre si l'exposition aux rayons X a été de courte durée (cinq secondes environ); avec les plaques Jougla (verte) le panchromatisme (défalcation faite du maximum d'action en F et G) paraît être beaucoup mieux réalisé. On obtient une épreuve complète du spectre jusque dans l'infra-rouge. Après impression par les rayons X, ces plaques sont devenues sensibles aux rayons peu réfrangibles qui sont capables de traverser trois feuilles de papier noir épais.

» Les radiations ordinairement actives, surtout celles qui sont voisines de G, donnent lieu à un phénomène complexe facile à prévoir : si, par exemple, l'impression par les rayons X est très faible, le bromure est insuffisamment modifié; on a alors une épreuve négative de la partie la plus réfrangible du spectre. Au contraire, les radiations auxquelles est ordinairement insensible le bromure d'argent ne produisent que le phénomène de la destruction de l'effet dû aux rayons X, et donnent une image positive.

» On peut obtenir des résultats semblables, mais moins apparents, sans l'aide du révélateur. Il suffit d'exagérer un peu les temps de pose. Si l'on soumet aux rayons X une plaque sensible dont une région est protégée par du plomb, la silhouette du plomb, après cette expérience, se détache faiblement en clair; c'est une image négative. Sous l'action de la lumière, cette image s'efface peu à peu, puis reparaît inversée et beaucoup plus visible. Si l'on prolonge l'exposition à la lumière, il y a solarisation de la région qui n'a subi que l'action de la lumière et l'image s'efface. Elle reparaît ensuite, inversée de nouveau, c'est-à-dire négative. Toutefois si l'on développe à ce moment, c'est une épreuve positive que l'on obtient.

» Diverses expériences permettent de bien mettre en évidence l'action destructive des rayons lumineux :

» 1° Sur une série de plaques photographiques ou sur divers casiers pris sur une même plaque, on radiographie des lames de plomb. On expose ensuite ces plaques à la lumière, la première pendant une ou deux secondes, les suivantes pendant des temps de plus en plus considérables. Après développement, on a une série d'épreuves dans lesquelles le fond, c'est-à-dire la partie qui a subi successivement l'action des rayons X

et celle de la lumière, va s'éclaircissant jusqu'au blanc pur, la silhouette du plomb passant inversement du blanc au noir.

» 2° Une glace sensible est impressionnée sur toute sa surface par les rayons X : on s'en sert ensuite pour faire une photographie avec un appareil ordinaire, en ayant soin d'exagérer la durée de pose et de la porter à trente secondes environ (en hiver). Les lumières de l'image détruisent l'action des rayons X, et cela d'autant plus qu'elles sont plus intenses. On obtient alors, au développement, une épreuve positive très bonne, d'autant meilleure que l'émulsion est devenue presque panchromatique. Le développement peut s'effectuer avec un éclairage assez intense; le voile n'est pas à redouter, mais plutôt l'affaiblissement des noirs de l'image. Dans cette expérience, l'image est visible sur la plaque au sortir du châssis; elle est à ce moment négative. Elle s'inverse au développement.

» 3° On fait une radiographie à la manière ordinaire, et l'on expose ensuite la plaque à une vive lumière (quarante à cinquante secondes d'exposition à 40^{cm} d'un fort bec Auer). Sur toutes les régions frappées par les rayons X, l'action de ceux-ci est détruite par celle de la lumière : les parties protégées par les objets radiographiés seront, au contraire, impressionnées comme à l'ordinaire par les rayons lumineux. On voit alors apparaître une image positive faible, qui devient intense quand on fait agir le révélateur. Le développement peut sans inconvénient s'effectuer en pleine lumière, devant une fenêtre, par exemple, ou un bec de gaz. Avec des durées de pose convenablement choisies, l'épreuve est absolument exempte de voile et donne d'aussi bonnes demi-teintes qu'une radiographie ordinaire.

» Toutes les émulsions ne conviennent pas pour réussir ces diverses expériences, mais le sens du phénomène reste néanmoins toujours le même.

» Je me propose de continuer ces recherches, dans le but de préciser davantage le mode d'action particulier aux rayons X. Cette action paraît présenter, comme on le voit, une analogie étroite avec celle des rayons lumineux, mais avec une netteté beaucoup plus considérable. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des oxydants sur quelques composés aromatiques* (¹). Note de MM. **Œchsner de Coninck** et **A. Combe.**

« Nous avons continué cette étude en faisant agir le mélange chromique sur quelques dérivés aromatiques azotés.

» Nous nous sommes d'abord demandé s'il n'y aurait pas dégagement d'azote à la fin des réactions oxydantes; nous avons soumis alors de l'*ortho-amido-phénol* à l'action du mélange chromique, et nous avons analysé le contenu des éprouvettes succes-

(¹) Institut de Chimie de la Faculté des Sciences de Montpellier, janvier 1899.

sivement recueillies. Nous avons constaté que la décomposition avec formation de CO^2 était uniforme, et la moyenne des analyses a été la suivante (résultats volumétriques rapportés à 20^{cc}) :

$$CO^2 = 19^{cc},5 ; \qquad O + \text{air} = 0^{cc},5.$$

» Le *para-amido-phénol* nous a fourni identiquement les mêmes résultats.

» Les trois *acides amido-benzoïques* isomériques sont attaqués plus ou moins énergiquement par le mélange chromique, en fournissant de grandes quantités d'anhydride carbonique pur. Moyenne de six analyses : $CO^2 = 19^{cc},6$; $O + \text{air} = 0^{cc},4$.— Il se forme en même temps des matières colorantes.

» L'*ortho* et le *para-nitro-phénol* sont décomposés dans le même sens avec des vitesses différentes.

» Le *para-nitro-toluène* offre une résistance remarquable à l'action du mélange chromique ; la décomposition n'est que partielle, mais le produit est du gaz carbonique pur.

» L'*acide picrique* est décomposé à chaud. Voici le résultat de deux analyses :

$$CO^2 = 19^{cc},5 ; \qquad O + \text{air} = 0^{cc},5.$$

» Il n'en est pas de même de l'*acide picramique*, qui fournit beaucoup de gaz carbonique, mais laisse dégager une faible quantité d'azote :

$$\text{I. } CO^2 = 17^{cc},6 ; \qquad Az = 1^{cc},7 ; \qquad O + \text{air} = 0^{cc},7 ;$$
$$\text{II. } CO^2 = 17^{cc},6 ; \qquad Az = 1^{cc},8 ; \qquad O + \text{air} = 0^{cc},6.$$

» Nous avons enfin essayé l'action du mélange chromique sur deux amides aromatiques et sur un alcaloïde de la même série.

» La *benzamide* est assez difficilement décomposée dans les conditions où nous avons opéré ; la décomposition de la *salicylamide* est sensiblement plus rapide ; il s'est dégagé du gaz carbonique pur dans les deux expériences.

» L'*hydrobenzamide* n'est que partiellement attaquée, et la proportion de CO^2 dégagé était faible.

» *En résumé*, nos nouvelles expériences confirment entièrement les conclusions de notre précédente Note. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du protochlorure d'iode sur le monochlorobenzène en présence du chlorure d'aluminium anhydre.* Note de M. **A. Mouneyrat** (1), présentée par M. Friedel.

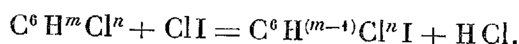
« Les dérivés chloroiodés de la série aromatique sont encore très mal connus. La plupart de ceux qui existent ont été préparés à l'aide des

(1) Travail fait au laboratoire de M. le Professeur Friedel (Sorbonne).

amines chlorées correspondantes dans lesquelles on a remplacé, en passant par leurs dérivés azoïques, le groupe amidogène AzH^2 par un atome d'iode (I).

» Je me suis demandé s'il ne serait pas possible de préparer directement ces composés halogénés mixtes en prenant pour point de départ les dérivés chlorés eux-mêmes, dans lesquels on remplacerait un atome d'hydrogène du noyau aromatique par un atome d'iode. Je me suis adressé, pour effectuer cette substitution, au protochlorure d'iode (Cl I) bouillant à la pression normale à 105°.

» Il était, en effet, intéressant de vérifier si, dans ce composé (ClI), l'iode se comporterait, vis-à-vis des carbures aromatiques chlorés et sous l'influence du chlorure d'aluminium, tout comme un radical gras vis-à-vis des mêmes carbures dans la méthode de MM. Friedel et Crafts. En un mot j'ai voulu constater si la réaction générale suivante pouvait avoir lieu sous l'influence de $AlCl^3$:



$$C^6H^mCl^n + ClI = C^6H^{(m-1)}Cl^nI + HCl.$$

» L'expérience est venue confirmer mon attente.

» Dans un ballon de 700^cc de capacité, bien sec, j'ai placé 500^gr de monochlorobenzène (C^6H^5Cl) bien privé d'eau et 100^gr de chlorure d'aluminium anhydre et bien pulvérisé. Ce ballon, plongeant dans un bain-marie, est fermé par un bouchon à deux trous dont l'un reçoit un réfrigérant ascendant vertical, l'autre une ampoule à brome. On porte le mélange ($C^6H^5Cl + AlCl^3$) à la température de 55°-60°, en ayant soin d'agiter de temps en temps. Dès que cette température est atteinte, on fait arriver en mince filet le protochlorure d'iode dans le ballon souvent agité. Dès que ce dernier composé arrive au contact du monochlorobenzène, il se produit un dégagement rapide de gaz chlorhydrique; en même temps la masse se colore en violet par suite de mise en liberté d'iode. On recueille le gaz chlorhydrique dans un matras à eau distillée taré d'avance. On cesse de chauffer lorsque tout le chlorure d'iode, 200^gr, ayant été ajouté, l'augmentation de poids du matras est égale à 44^gr.

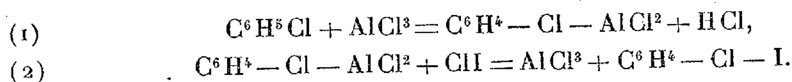
» A ce moment, on décante le contenu du ballon de façon à recueillir l'iode qui, en grande quantité, s'est précipité. Le liquide décanté est versé par petites portions dans l'eau distillée additionnée d'acide chlorhydrique, afin de détruire $AlCl^3$, puis lavé successivement à l'eau distillée et à la soude faible, afin d'enlever l'iode dissous. Le liquide incolore obtenu est séché au chlorure de calcium, puis soumis à la distillation fractionnée.

» A 133°, passe l'excès de monochlorobenzène (C^6H^5Cl) employé, puis le thermomètre monte rapidement vers 165°. La portion qui passe entre 170°-180° est purifiée par cristallisation dans le benzène, elle est formée par du dichlorobenzène $C^6H^4\begin{cases}Cl\ (1)\\Cl\ (4)\end{cases}$, du reste en petite quantité. On recueille de même la partie qui passe entre 200°-215°,

elle est formée de trichlorobenzène également en petite quantité. La plus grande partie du produit passe entre 220°-230°, elle se solidifie directement à la température ordinaire et, par suite d'une légère décomposition, elle est colorée en violet.

» On la soumet de nouveau à la distillation en ne prenant que la portion qui passe entre 225°-228°. On dissout ce corps dans le benzène, on agite la solution benzénique avec de la potasse afin d'enlever l'iode, on sèche et l'on soumet à la cristallisation. On obtient ainsi des écailles incolores, lesquelles, essorées et séchées entre des doubles de papier-filtre, fondent à 56°-57°. Ce corps est constitué par du para-iodochlorobenzène $C^6H^4Cl(1)I(4)$.

» Ce corps résulte, en admettant la théorie de MM. Friedel et Crafts, des deux réactions suivantes :



$$(1)\qquad C^6H^5Cl + AlCl^3 = C^6H^4 - Cl - AlCl^2 + HCl,$$

$$(2)\qquad C^6H^4 - Cl - AlCl^2 + ClI = AlCl^3 + C^6H^4 - Cl - I.$$

» Cette réaction nous montre que l'iode dans (ClI) s'est comporté tout comme l'aurait fait un radical gras; je ferai cependant remarquer qu'il y a ici des réactions accessoires qui diminuent les rendements, si bien que l'on n'obtient guère plus de 25 à 30 pour 100 du rendement théorique en para-iodochlorobenzène $C^6H^4Cl(1)I(4)$. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Études sur la filtration : les liquides organiques.* Note de M. J. **Hausser**, présentée par M. Friedel.

« Dans une Note précédente [1], nous avons montré comment diverses parois, faites de substances amorphes, se comportent par rapport à un même liquide. Nous montrerons aujourd'hui comment ces mêmes parois agissent envers des liquides *organiques* divers, filtrant successivement à travers l'une quelconque d'entre elles.

» Les substances qui ont été employées pour la formation des parois sont le kaolin, le noir animal et le phosphate de chaux; les liquides organiques qui ont été filtrés successivement ont été choisis parmi plusieurs types fonctionnels de la Chimie organique et l'on trouvera leur nomenclature partielle aux exemples que nous citerons.

» Les résultats que nous avons obtenus peuvent être condensés en deux règles :

» *Premièrement :* La couche filtrante n'est pas altérée par le passage successif de

(1) *Comptes rendus,* 9 janvier 1899.

liquides différents. Nous entendons dire par là que les liquides A′, B′, C′, ... ayant successivement passé à travers la même paroi avec des vitesses respectives 1, 2, 3, ..., ces vitesses sont encore les mêmes si l'on fait repasser une seconde fois les mêmes liquides dans un ordre quelconque.

» *Deuxièmement :* Quand on change la paroi filtrante, la vitesse relative de filtration des liquides ne change pas. Cela veut dire que si, à travers la paroi A, les liquides passent avec des vitesses relatives 1, 2, 3, ..., ils passeront à travers la paroi B avec les mêmes vitesses relatives 1, 2, 3, ...

» Il est toujours possible, d'ailleurs, de produire avec les diverses substances solides des parois *équivalentes* telles que les vitesses respectives de filtration des liquides ne changent pas quand on passe d'une paroi à l'autre : cette équivalence dépend d'une certaine épaisseur à donner à chacune d'elles.

» En somme, si nous résumons ce que nous avons dit dans la Note précédente et ce que nous mentionnons aujourd'hui, nous arrivons à cette conclusion générale que, pour une même pression et pour des couches filtrantes *équivalentes,* chaque liquide organique a son coefficient de filtration propre invariable. Nous avons aussi examiné quelques dissolutions de corps organiques dans l'alcool à 90° et nous avons trouvé que ces solutions se comportent comme les liquides homogènes dont nous venons de parler.

» Il est bon de remarquer, pour éviter toute contradiction, que les principes généraux que nous venons de mentionner ne s'appliquent plus du tout, chose singulière, dès que l'on passe des liquides ou dissolutions organiques à l'eau et à ses dissolutions.

» Neus donnerons à la suite quelques exemples, à titre explicatif.

» Pour le kaolin nous citons un Tableau complet, tandis que, pour le noir animal et le phosphate de chaux, nous ne donnons que les nombres comparatifs trouvés, la vitesse de la filtration de l'alcool à 90° étant prise comme 100.

	Kaolin. Nombre de secondes.				Noir animal.	Phosphate de Ca.
Alcool à 90°	55	56	56	100	100	100
Alcool absolu	38	40	39	68,1	68,1	67,0
Alcool à 90°	54	56	57	»	»	»
Alcool amylique	»	136	134	231	226	232,9
Alcool à 90°	56	57	58	»	»	»
Acide acétique	43	44	44	74,6	»	77,4
Alcool à 90°	56	58	59	»	»	»
Alcool méthylique	»	24	23	38,4	38,9	38,5
Alcool à 90°	»	59	60	»	»	»
Chloroforme	»	18,4	17,8	30,9	»	31
Alcool à 90°	»	56	57	»	»	»

CHIMIE ORGANIQUE. — *Oxydation biochimique du propylglycol* (1).
Note de M. André Kling, présentée par M. Troost.

« Jusqu'à ces dernières années, les acétols gras n'étaient connus qu'à l'état d'éthers. Aujourd'hui, quelques-uns ont été isolés, en particulier l'acétol CH^3COCH^2OH, préparé pour la première fois par Perkin junior. Mais il n'existe aucune méthode générale d'obtention de ces composés. Tel était l'état de la question lorsque parut l'intéressant travail de M. G. Bertrand concernant l'action de la bactérie du sorbose sur les alcools plurivalents. Dès lors, je pensai que, sous l'influence de la bactérie étudiée par M. Bertrand, les glycols pourraient être oxydés d'une façon analogue.

» Mes prévisions ont été justifiées : j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie les premiers résultats auxquels je suis arrivé.

» J'ai opéré sur le propanediol 1.2 (propylglycol).

» Un bouillon d'eau de levure (levure fraîche de brasserie), contenant environ 5^{gr} par litre d'extrait sec, a été additionné de $1^{gr},5$ pour 100 de propylglycol *bien purifié* puis disposé dans des fioles bouchées au coton, le tout stérilisé cinq minutes à 110° et ensemencé largement à l'aide d'une culture pure de la bactérie du sorbose. Cette culture m'avait été très obligeamment donnée par M. G. Bertrand. L'essai porta sur 400^{cc} de liquide réparti dans deux fioles, sur une épaisseur de 3^{cm} environ. Après ensemencement, les bouillons furent abandonnés dans l'étuve à la température de 30°. Au bout de deux jours, les premiers filaments commencèrent à sillonner le liquide, les cultures se développèrent rapidement et envahirent toute la masse. Au bout de vingt jours, chaque culture avait formé une zooglée volumineuse emprisonnant une grande quantité de liquide, tandis qu'une pellicule de 1^{mm} environ occupait la surface du bouillon. Cette pellicule, plus dense par endroits, se montrait moins épaisse que celle obtenue dans les même conditions sur bouillons à la glycérine.

» Après vingt jours, le développement parut s'arrêter. Le contenu de l'une des fioles ayant été filtré et la zooglée exprimée pour lui faire rendre le liquide qu'elle retenait, on obtint une solution réduisant abondamment la liqueur de Fehling déjà à froid, beaucoup plus rapidement à chaud.

» Les matières extractives y furent éliminées à l'aide de quelques centimètres cubes d'une solution de sous-acétate de plomb à $\frac{1}{10}$; après séparation de l'excès de sel de plomb par l'acide sulfurique, et neutralisation de l'acide sulfurique libre par l'acétate de soude, le produit d'oxydation a été isolé de cette liqueur à l'aide du chlorhydrate de phénylhydrazine.

(1) Travail fait au laboratoire d'Enseignement chimique et de recherches à la Sorbonne.

» La précipitation a été faite à l'ébullition en employant une solution contenant :

Chlorhydrate de phénylhydrazine............	2
Acétate de soude..........................	3
Eau.......................................	20

» Il se produisit un précipité jaune, grenu, formé de cristaux microscopiques, qui, après décantation, fut redissous dans l'alcool à 90° bouillant, où il n'est d'ailleurs que peu soluble, bien que ce soit son meilleur dissolvant. La poudre jaune, obtenue par refroidissement et évaporation de la solution alcoolique, fut séparée, essorée et lavée à la trompe à l'aide de quelques gouttes d'alcool froid, enfin séchée et analysée. Elle a donné les résultats suivants :

Points de fusion $= 144°-146°$;

$C = 70,80$; $H = 6,50$; $Az = 22,06$ et $21,72$.

» Les résultats, calculés pour l'osazone de l'acétol décrite par Perkin et fondant à 145°, sont :

$C = 71,42$; $H = 6,57$; $Az = 22,01$.

» Le produit d'oxydation semble donc être l'aldéhyde pyruvique, mais, d'autre part, l'acétol donnerait la même osazone. M. Bertrand ayant montré que dans les alcools plurivalents c'est l'une des fonctions alcooliques secondaires qui est touchée, il est plus vraisemblable de croire que c'est l'acétol qui s'est produit. De nouvelles expériences sont entreprises dans le but d'élucider ce point.

» Comme il a été dit plus haut, on n'a obtenu environ que $1^{gr},1$ d'osazone, ce qui correspond à un rendement de $\frac{1}{10}$ par rapport à la quantité de glycol introduite.

» J'ai en outre l'intention de poursuivre l'étude de cette transformation des glycols sous l'influence des ferments oxydants et de voir si cette réaction est générale, enfin de rechercher l'influence de l'isomérie stéréochimique sur la marche de la fermentation.

» Il reste un mot à dire au sujet du mode de purification appliqué au propylglycol employé. Au début, j'ai éprouvé de nombreux échecs en cherchant à cultiver la bactérie dans les bouillons contenant le propylglycol pur commercial ou ce même produit purifié par plusieurs fractionnements sous pression très réduite.

» Je me rendis compte que cette purification était illusoire et n'avait d'autre résultat, dans le cas présent, que de souiller davantage la matière première de produits antiseptiques ; en effet, au fur et à mesure que les fractionnements se multipliaient, les liquides obtenus se montraient de plus en plus actifs vis-à-vis de la fuchsine décolorée qu'ils recoloraient aussitôt. On n'arrive pas à de meilleurs résultats en utilisant la réaction du bisulfite de soude.

» J'ai donc été amené à rejeter l'emploi de la chaleur et de tout réactif chimique et à n'employer que des dissolvants faciles à éliminer. Ayant en effet remarqué que le glycol soi-disant pur du commerce possédait une odeur empyreumatique et se troublait par addition d'eau, j'ai mis à profit cette observation. Le propylglycol à purifier a été mélangé à son volume d'eau et le liquide trouble provenant de cette opération, épuisé à cinq ou six reprises par quelques centimètres cubes d'éther; il en est résulté un liquide limpide d'où l'éther a été chassé en portant le tout à 40° au bain-marie; quant à l'eau, elle a été séparée du propylglycol par exposition du liquide dans le vide en présence de $CaCl^2$ sec. J'ai obtenu ainsi un propylglycol à peu près dépourvu d'odeur et ne réagissant plus sur la fuchsine décolorée.

» La solution éthérée a laissé, par évaporation, quelques gouttes d'un liquide huileux, insoluble dans l'eau, mais en quantité insuffisante pour qu'il m'ait été possible d'en rechercher la composition. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur des éléments à bâtonnet dans l'organisme d'un Vertébré.* Note de M. **P. Stephan**, présentée par M. Edm. Perrier.

« La récente publication d'un travail de M. Kunstler sur les *Dumontia ophelarium*, ces « éléments particuliers de la cavité générale des Ophélies » qui possèdent dans leur intérieur une baguette profondément différenciée par sa structure et sa constitution chimique, met à l'ordre du jour l'étude des formes que l'on pourrait leur comparer. L'extrême rareté d'organismes analogues, en dehors des Annélides en question, nous engage à faire connaître l'observation que nous avons pu faire de corps rappelant, jusqu'à un certain point, ceux qui ont été décrits par M. Kunstler.

» Au cours de recherches d'un autre ordre, nous avons trouvé, dans la pulpe d'un des rayons cornés d'un arc branchial de *Merluccius vulgaris*, un amas de petits corps cellulaires, un peu irréguliers, renfermant un long bâtonnet cylindrique arrondi à ses deux extrémités, droit ou légèrement infléchi. La plupart sont enfermés dans un vaisseau dont la lumière en est obturée; quelques-uns sont répandus tout autour, mais nous ne pouvons dire si c'est leur position originelle ou s'ils y ont été amenés au cours des manipulations. A côté du bâtonnet se voit un noyau petit, dont la présence provoque un renflement du corps cellulaire. Ce dernier ne possède pas de pseudopodes, mais cette absence pourrait n'être due qu'à l'insuffisance de

l'action du fixateur qui n'a pu pénétrer que lentement à travers la paroi compacte du rayon corné. En général, du côté opposé au noyau, le protoplasma est étroitement appliqué sur le bâtonnet et ne se voit pas; mais, chez quelques-uns, on le voit au contraire flotter sous l'apparence d'une membrane légère. Le bâtonnet mesure de 14μ à 18μ de long sur environ $1^{\mu},5$ de largeur; le noyau, de 3μ à 4μ de long et 2μ de large. Sous l'action de l'éosine hématoxylique, le noyau se teint en bleu, le protoplasma en rose clair et le bâtonnet en rouge brique, rappelant la coloration que prend l'hémoglobine sous l'influence de l'éosine.

» Un examen attentif ne permet cependant pas de comparer ces éléments à des globules sanguins déformés. Tous, en effet, ont exactement la même structure avec les mêmes caractères parfaitement définis; dans tout le reste de la préparation, au contraire, et d'un très grand nombre de préparations faites exactement de la même manière, il est absolument impossible de retrouver une seule figure comparable; les globules du sang, qui sont disséminés partout et se montrent les uns intacts, les autres plus ou moins déformés, suivant qu'ils étaient dans des régions plus ou moins protégées par les tissus calcifiés contre l'action du fixateur, ne présentent, en aucun point, un aspect ni comparable, ni même le plus légèrement analogue aux organismes qui nous occupent.

» De plus, leur longueur normale est 11μ, notablement inférieure, par conséquent, à celle du bâtonnet; tandis que le noyau est, au contraire, légèrement plus gros que celui des cellules que nous décrivons. On ne pourrait pas non plus songer à les considérer comme des phagocytes ayant absorbé un corps étranger, car les bâtonnets sont tous semblables et ne présentent aucun signe d'altération. On est donc amené à conclure que ces bâtonnets sont une production particulière de l'élément au sein duquel ils se trouvent, et, comme on ne saurait attribuer cette propriété aux éléments propres du poisson qui les renferme, il faut admettre que ce sont des organismes étrangers qui y vivent en parasites.

» Sans vouloir, du reste, rien préjuger de leur nature ni de celle des corpuscules de Kunstler, nous ne pouvons nous empêcher de retrouver une certaine analogie entre ces deux formes, et nous avons cru devoir signaler l'existence de ces organismes singuliers, en attendant d'avoir l'occasion d'en faire une étude plus complète. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Recherches sur les glandes anales des* Carabidæ (¹). Note de M. L. Bordas, présentée par M. Edmond Perrier.

« Les Carabidæ, très abondants dans les campagnes, se rencontrent à chaque pas, courant dans les sentiers, entre les herbes des bois et sur les talus bien exposés. Ils se reconnaissent facilement à leur corps ovalaire et convexe, à leurs élytres d'apparence métallique et brillant, en général, des plus vives couleurs. Quelques-uns des insectes de cette famille sont désignés sous le nom de *vinaigriers,* à cause de la propriété qu'ils possèdent de rejeter, par l'extrémité postérieure abdominale, un liquide âcre, caustique, d'odeur nauséabonde qui, projeté dans l'œil, y cause momentanément une douleur très vive, analogue à celle que pourrait produire l'action d'un acide ou d'un alcali très dilué. Ce *liquide défensif* (acide butyrique), dont la nature chimique a été déterminée par Pelouze en 1857, est sécrété par les *glandes anales.* Nous avons étudié ces organes chez les espèces suivantes : *Carabus, Nebria, Licinus, Chlœnius, Feronia, Harpalus, Amara, Zabrus, Broscus,* etc.

» Dans toutes les espèces, ces glandes comprennent : 1° des *follicules sécréteurs* disposés en grappe, 2° *un canal efférent,* 3° un *réservoir collecteur* et 4° *un conduit excréteur* s'ouvrant, non pas dans l'intestin, mais dans le cloaque et lançant, au moment de l'attaque, contre l'ennemi, le liquide accumulé dans le réservoir.

» Les *glandes anales* du *Carabus nemoralis* (Illig.) sont relativement volumineuses et très apparentes. Elles sont constituées par une série d'*acini* (20 à 25), généralement ovoïdes ou piriformes et disposés en grappe à l'extrémité terminale du conduit efférent. Ce dernier se ramifie latéralement, et ce sont les ramuscules ainsi formés qui se terminent dans les glomérules glandulaires.

» Chaque lobule sécréteur, entouré d'une mince membrane externe, est constitué par une série de petits tubes qui vont converger vers un réservoir central d'où part le canalicule excréteur. L'ensemble de chaque massif glandulaire forme ainsi un faisceau granuleux, recouvert par la carapace et logé un peu en avant du rectum.

» Le *canal efférent* est long, mince et sinueux. Il va s'ouvrir, par sa partie terminale élargie, vers la base de la vésicule glandulaire, un peu au-dessus d'une large mais peu profonde dépression marquant l'origine du conduit excréteur. Ses parois sont

(¹) Résumé d'un travail, les *Glandes défensives des Coléoptères,* fait au laboratoire de M. le Professeur Marion, à Marseille.

épaisses et comprennent, outre une mince membrane externe, deux assises musculaires, dont l'extérieure, composée de faisceaux circulaires, est de beaucoup la plus épaisse. Ces divers faisceaux sont disposés par bandes concentriques, simulant assez nettement l'apparence que présentent les anneaux chitineux spiralés des trachées. L'épithélium interne est constitué par une seule couche de cellules aplaties.

» Le *réservoir collecteur* de la glande a une forme ovoïde, à extrémité antérieure légèrement renflée et à portion postérieure amincie. Cette dernière n'est séparée du conduit excréteur que par une légère dépression transversale circulaire. Ses dimensions sont assez considérables et présentent les longueurs suivantes : diamètre antéro-postérieur $1^{mm},8$ et $0^{mm},8$ pour le diamètre transversal. Ce réservoir est généralement gonflé par un liquide, de couleur blanchâtre, provenant de la sécrétion des lobules glandulaires.

» Les parois du réceptacle sont épaisses et comprennent de puissantes couches de faisceaux musculaires obliques et longitudinaux, dont les brusques contractions servent à lancer au dehors, contre l'ennemi, le liquide défensif gardé en réserve dans la vésicule. L'intérieur de cette dernière est tapissé par une mince membrane chitineuse.

» Le *conduit excréteur* fait directement suite à la vésicule glandulaire. Il se dilate tout d'abord en une sorte d'ampoule fusiforme, puis reprend ensuite un diamètre uniformément cylindrique. Ce canal est peu sineux et s'avance, en longeant les parois dorso-latérales du rectum, vers l'extrémité postérieure de l'abdomen. A sa partie terminale, on constate la présence d'une sorte d'ampoule se continuant par un tube très court. Ce dernier va s'ouvrir dans le cloaque, au fond d'une petite dépression de la paroi interne de la plaque dorso-postérieure abdominale. L'orifice est cylindrique et entouré par un bourrelet circulaire, jouant le rôle de sphincter. Des parois latérales externes de la vésicule partent deux faisceaux musculaires, dont les contractions facilitent les dilatations de cette dernière et du sphincter anal pour permettre au liquide, lancé brusquement par le réceptacle, de franchir sans encombre l'orifice terminal et d'être expulsé au dehors.

» Les parois du conduit excréteur sont revêtues intérieurement d'une membrane chitineuse. La présence de cette dernière dans le conduit excréteur et le réceptacle indique l'origine ectodermique de ces deux parties de l'organe glandulaire anal. »

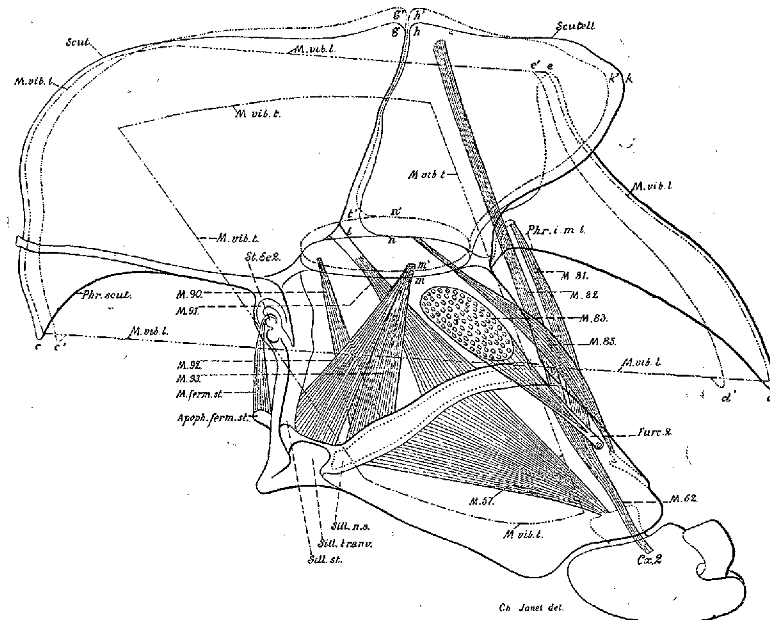
PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur le mécanisme du vol chez les Insectes.* Note de M. **Charles Janet**, présentée par M. Marey.

« Bien que l'étude du mécanisme du vol chez les Insectes ait fait l'objet d'un grand nombre de travaux, il n'est pas facile de se faire une idée nette, au moins pour certains groupes d'Insectes, de la façon dont les muscles vibrateurs du vol transmettent leurs vibrations aux ailes. Je viens

d'étudier cette question chez les Hyménoptères et je me propose d'expliquer, dans la présente Note, en prenant pour type la Fourmi, comment les choses se passent.

» M. Marey a constaté que le mouvement imprimé aux ailes des Insectes, dans le vol, est peu compliqué : c'est un simple mouvement de va-et-vient dans un plan perpendiculaire à l'axe du corps. Cette simple oscillation suffit à expliquer tous les mouvements de l'aile, car c'est la résistance de l'air qui produit la déviation en lemniscate de son extrémité, ainsi que les changements d'inclinaison de sa partie membraneuse.

Fig. 1.



Myrmica rubra, reine. Mésothorax vu de côté, la musculature supposée vue par transparence. L'articulation alaire est schématisée par une plaque *mn* articulée sur tout son pourtour. Des traits discontinus et ponctués indiquent les contours des muscles vibrateurs longitudinal *M. vib. l.* et transversal *M. vib. t.*, ainsi que la déformation subie, par le mésothorax, sous l'influence de la contraction vibratoire de ces muscles.

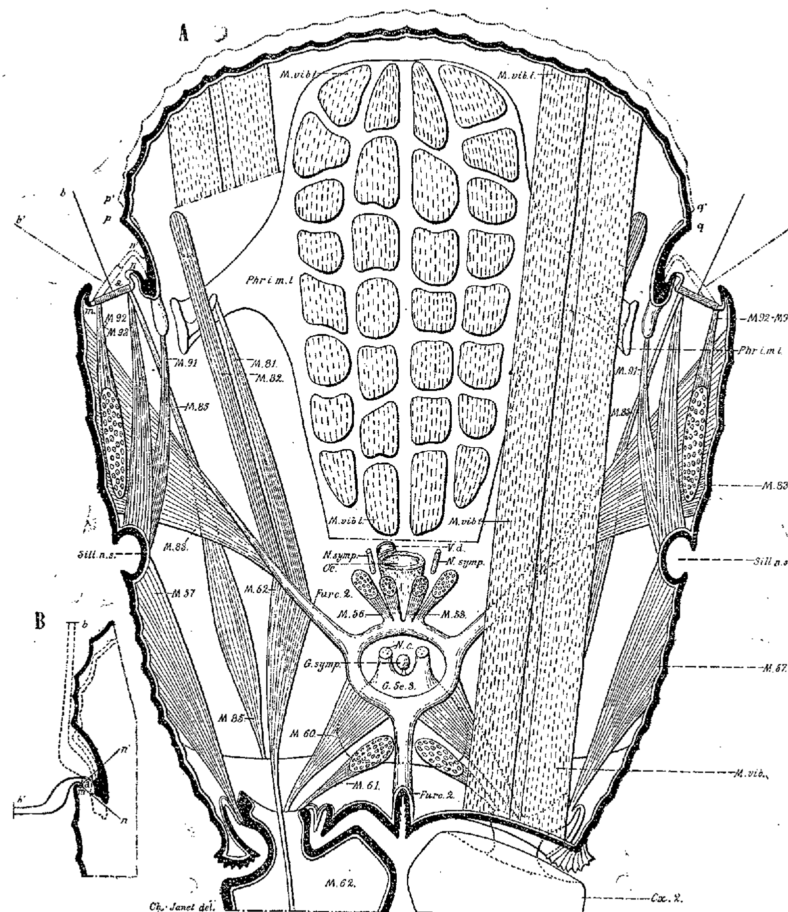
» Chez les Hyménoptères, les ailes postérieures sont dépourvues de musculature motrice; pendant le vol, elles resteraient immobiles si elles n'étaient accrochées aux ailes antérieures et entraînées par elles. Cela se voit bien dans les premiers mouvements des ailes des Guêpes qui viennent de quitter leur cocon ([1]). Il suffit donc, pour l'étude du mouvement des ailes dans le vol, chez les Hyménoptères, d'étudier les mouvements des ailes antérieures.

» Ainsi que cela a été reconnu par les auteurs qui ont étudié cette question, et en

([1]) Ch. Janet, *Études sur les Fourmis, les Guêpes et les Abeilles*, Note 9, p. 93.

particulier par Chabrier, les vibrations du scutum et du scutellum jouent un rôle important dans l'acte du vol. Ces vibrations sont produites par deux énormes paires

Fig. 2.



A, coupe transversale du mésothorax. L'articulation alaire est représentée, schématiquement, par une plaque *mn* articulée sur tout son pourtour, et l'aile par un axe rigide *ab* fixé sur cette plaque. B, l'articulation alaire et la nervure costale sont représentées d'une façon se rapprochant davantage de la réalité pour montrer que l'amplitude de la vibration peut dépasser un angle droit.

Apoph. ferm. st., *M. ferm. st.*, apophyse et muscle de fermeture du stigmate; *Cx.* 2, 2ᵉ coxa; *Furc.* 2, furca mésothor.; *G. Se.* 3, ganglion métathor.; *G. symp.*, G. sympathique; *M.* 53 et *M.* 56, muscles moteurs du prothorax; *M.* 57, *M.* 60, *M.* 61 et *M.* 62, m. moteurs des pattes; *M.* 81, *M.* 82, *M.* 83, *M.* 85, *M.* 90, *M.* 91 et *M.* 92, 93, m. moteurs des pièces mésothoraciques et m. de mise en place des ailes; *M. vib. l.*, *M. vib. t.*, m. vibrateurs longitudinal et transversal; *N. c.*, connectif; *N. symp.*, nerf sympathique; *Oe.*, œsophage; *Phr. scut.*, *Phr. i. m. l.*, phragma du scutum et p. du scutellum; *Scut.*, scutum; *Scutell.*, scutellum; *Sill. n.-s.*, sillon noto-sternal; *Sill. st.*, s. stigmatique; *Sill. transv.*, s. transversal; *St. Se.* 2, stigmate mésothoracique; *Vd.*, aorte.

de muscles vibrateurs : une paire longitudinale *M. vib. l.* et une paire transversale *M. vib. t.* (*fig.* 1 et 2).

» Le résultat de mes observations peut être exposé en représentant, schématiquement, l'articulation de l'aile étendue, par une plaque *mn* articulée sur tout son pourtour, et l'aile, par une tige *ab* solidaire de la plaque *mn*.

» Sous l'influence de la contraction des muscles vibrateurs longitudinaux *M. vib. l.*, grâce à la charnière *gt* et à la poussée vers l'avant produite par les deux cornes du phragma du scutellum *Phr. i. m. l.*, la partie antérieure du scutum et la partie postérieure du scutellum se rapprochent et le contour *cghked* devient *c'g'h'k'e'd'*. Le résultat de cette déformation est d'amener la charnière de *gt* en *g't'*. Toute la partie moyenne de la région dorsale du mésothorax se trouve ainsi soulevée en bloc et passe (*fig.* 2, A) de *pq* en *p'q'*. Ce soulèvement entraîne le bord dorsal de l'articulation, l'amène de *n* en *n'* et la ligne *ab* prend la position *a'b'* : c'est la demi-vibration d'abaissement de l'aile.

» Lorsque les muscles longitudinaux ont cessé de se contracter, les muscles transversaux se contractent à leur tour et ramènent le bord dorsal de l'articulation de *n'* en *n*, et la ligne *a'b'* reprend sa position *ab* : c'est la demi-vibration de soulèvement de l'aile.

» En réalité, l'angle que forment les axes *b*, *b'* dans leurs positions extrêmes n'est pas un angle aigu *a*, comme le représente la *fig.* 1, A, mais bien un angle à peu près droit. Il suffit, pour rendre sur ce point le schéma plus rapproché de la réalité, de remarquer que la distance de *m* à *n* est fort courte et que le déplacement vibratoire *nn'* suffit pour donner aux directions extrêmes *mn*, *mn'* un écartement angulaire supérieur à un angle droit. La *fig.* 1, B représente le schéma modifié de manière à montrer l'amplitude réelle des mouvements de la nervure costale.

» Chabrier attribue les mouvements de soulèvement et d'abaissement des ailes de l'Hyménoptère à l'élasticité du scutum, qui s'élargirait transversalement par suite d'un ploiement résultant du rapprochement de son extrémité antérieure avec son extrémité postérieure.

» Pour moi, le scutum est rigide, aussi bien que le scutellum qui lui fait suite; mais ces deux pièces sont mobiles, l'une par rapport à l'autre, grâce à la charnière qui les sépare, et la contraction des muscles vibrateurs du vol produit, non pas un élargissement transversal de la première de ces pièces, mais un soulèvement des deux extrémités de la charnière située entre elles.

» En outre des deux énormes paires de muscles vibrateurs qui sont les muscles essentiels du vol, le mésonotum contient une série de petits muscles qui servent à

donner aux ailes et aux parties mobiles du mésonotum les positions qu'elles doivent occuper pendant la vibration et dont voici l'énumération :

» Il y a d'abord deux muscles de mise en place de l'aile : le muscle *M*90 qui sert à l'étendre pour l'amener dans la position du vol, et le muscle à deux chefs *M*92, *M*93 qui sert à la ramener à la position de repos. Ces deux muscles se fixent contre le sillon noto-sternal. Le muscle *M*85, qui se fixe sur l'apodème transverse situé à la jonction du méso avec le métasternum, s'attache à l'une des pièces chitineuses de l'articulation de l'aile. Il semble jouer un certain rôle dans la direction du vol. Le muscle *M*91 agit sur le scutum. Il se fixe sur le sillon noto-sternal et s'attache à une forte apophyse du scutum au voisinage de l'articulation de l'aile. En examinant la figure 2, A on voit que les deux muscles de cette paire peuvent produire, par leur action simultanée, un enfoncement et, par leur action séparée, un déversement latéral du notum. Ces déplacements modifient la position moyenne de vibration et influent, ainsi, sur la direction du vol. La paire *M*82 agit sur le scutellum. Elle se fixe sur la face dorsale des branches de la grande furca *Furc*2 et s'insère sur les côtés de la région dorsale du scutellum non loin de sa bordure antérieure. La paire *M*81 se fixe à côté de la précédente sur les branches de la grande furca et s'attache aux cornes latérales du grand phragma *Phr. i. m. l.* qui fournit l'insertion postérieure des muscles vibrateurs longitudinaux. Il agit sur la position de ce grand phragma. La paire de grands muscles *M*83 qui termine les branches de la furca va s'attacher sur les pleurae du mésonotum et agit sur la position de la paroi latérale du mésothorax. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Relations entre l'intensité de la coloration verte des feuilles et l'assimilation chlorophyllienne* (1). Note de M. **Ed. Griffon**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Un certain nombre de plantes appartenant à des variétés ou à des espèces voisines ont un feuillage dont la coloration verte offre normalement des intensités très diverses. Je me suis proposé de rechercher quelles relations il peut exister entre cette intensité et l'énergie avec laquelle les feuilles considérées décomposent l'acide carbonique; je voulais en même temps voir s'il est possible dans tous les cas d'expliquer les différences d'assimilation simplement par la structure des feuilles et la quantité de chlorophylle, ou si, au contraire, on ne serait pas dans la nécessité d'invoquer parfois l'influence d'autres facteurs, la spécificité du pigment vert, l'activité propre des leucites, par exemple.

» Les variétés et espèces sur lesquelles il s'agissait d'expérimenter étaient choisies de telle façon qu'elles aient des feuilles dans le même état

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, dirigé par M. Gaston Bonnier.

de développement, qu'elles aient vécu côte à côte dans le même sol, exposées aux mêmes conditions météorologiques.

» Mes expériences ont porté sur des variétés ou espèces voisines appartenant aux Céréales, aux Laitues, Fuchsias, Bégonias, Vignes, Rosiers, Troënes, Cannas, Chrysanthèmes, Spirées, Pêchers et Pruniers.

» *Céréales.* — Je dois à l'obligeance de M. de Vilmorin une liste assez longue de Céréales dont le feuillage est, soit d'un vert foncé, soit d'un vert tendre ou jaunâtre, pour la même espèce. Mes recherches ont été faites à la fin d'avril au moment où les plantes atteignaient de $0^m,50$ à $0^m,80$ de hauteur et étaient pourvues d'un feuillage abondant et bien vigoureux.

» En faisant assimiler des feuilles de même âge dans de petites éprouvettes aplaties, j'ai trouvé par exemple que le *Blé Suisse,* dont la feuille est pâle, décompose moins d'acide carbonique par unité de surface que le *Blé de Crépi* et que le *Blé de l'île de Noë,* dont la teinte, chez ce dernier surtout, est notablement plus foncée. Mais ces différences ne sont pas aussi grandes qu'on aurait pu le supposer. Ainsi, le *Blé Suisse* a une énergie assimilatrice qui, rapportée à celle du *Blé de Crépi,* est mesurée par 0,93, et, à celle du *Blé de Noë,* par 0,80. Je désignerai, dans la suite, sous le nom de *rapport d'assimilation,* le rapport de la quantité d'oxygène dégagé par les feuilles les moins vertes à la quantité d'oxygène dégagé par les feuilles les plus vertes, pour une même surface.

» Avec le *Seigle émeraude,* qui est d'un vert tendre luisant, et le *Seigle d'Ile,* qui est glauque, il y a égalité d'énergie assimilatrice. Il est bon de remarquer que la teinte glauque, plus prononcée encore dans le *Blé de Noë,* est due à la présence de cires épidermiques qui n'ont rien à voir avec la matière verte.

» Entre l'*Orge Chevalier,* qui a les feuilles foncées, et l'*Orge nue grosse,* les rapports d'assimilation sont voisins de 0,90. Il en est de même avec l'*Avoine noire de Russie* et l'*Avoine noire de Brie* dont la teinte est plus pâle.

» Les différences d'assimilation, sauf pour le *Blé de Noë* et le *Blé Suisse,* sont donc peu accusées. Si l'on examine des coupes transversales de feuilles, on voit que les chloroleucites sont à peu près identiques dans les variétés vertes et blondes; mais chez ces dernières, ils paraissent un peu moins nombreux dans chaque cellule et le parenchyme assimilateur n'est pas aussi bien développé. Il y a donc, ici, concordance parfaite entre les résultats physiologiques et les données anatomiques.

» *Laitues et Romaines.* — On cultive dans les jardins des variétés de Laitues et de Romaines qui se distinguent très nettement par la coloration de leurs feuilles. Je citerai par exemple la *Laitue blonde maraîchère* et la *Laitue grise ou plate maraîchère* qui sont d'un vert pâle alors que la *Laitue d'Alger* et la *Laitue Palatine* sont d'un vert foncé; il y a aussi des *Romaines blondes* et des *Romaines brunes.* Or en comparant entre elles les feuilles de ces plantes, j'ai obtenu des rapports d'assimilation voisins de 0,80. Les différences sont, comme on le voit, plus grandes que pour les Céréales; mais les feuilles des variétés brunes sont plus épaisses et leurs chloroleucites sont plus gros et à teinte plus foncée. J'ai d'autre part contrôlé les résultats précédents en mesurant *l'augmentation des poids secs* dans les deux variétés; les résultats obtenus par cette méthode sont très analogues à ceux que fournit la première.

» *Fuchsias*. — Trois variétés ont été étudiées : *Mazeppa, Blanche de Castille* et *Champion*. La première seule a des feuilles d'un vert foncé; celles de la seconde sont d'un vert pâle un peu terne avec des nervures blanchâtres, tandis que dans la troisième la teinte verte est légèrement plus foncée et luisante et les nervures sont colorées en rouge. Or ces feuilles, dans le même temps et par unité de surface, ont dégagé des quantités d'oxygène mesurées par les chiffres suivants.

	Mazeppa.	Blanche de Castille.	Champion.
	cc	cc	cc
1re expérience	0,216	0,169	0,179
2e expérience..........	0,061	0,050	0,056
3e expérience..........	0,115	0,073	0,080

» Or les variétés *Mazeppa* et *Blanche de Castille* ont des feuilles également épaisses et de même structure; mais les chloroleucites dans la deuxième variété sont moins nombreux et surtout moins verts; leurs granulations incolores sont très apparentes.

» Quant à la troisième variété, ses feuilles, moins épaisses (180^{μ} au lieu de 240^{μ}), devraient assimiler moins que dans la variété *Blanche de Castille*, vraisemblablement dans la proportion des trois quarts environ; mais, par contre, ses chloroleucites, un peu moins verts que dans la variété *Mazeppa*, sont plus foncés que dans la variété *Blanche de Castille*, et les granulations incolores n'apparaissent pas.

» La structure des feuilles et l'examen des chloroleucites permettent donc ici encore d'expliquer les différences d'assimilation. Il en est de même chez des variétés de Bégonias et de Vigne; les rapports d'assimilation étant de 0,58 pour les premières de ces plantes et de 0,92 pour les secondes. Mais il n'en est pas de même pour les plantes suivantes :

» *Cannas*. — Deux variétés, l'une à feuillage vert foncé, bleuâtre même, l'autre à feuillage vert clair, ont dégagé des quantités d'oxygène très voisines : $2^{cc},20$ contre $2^{cc},14$ dans la première expérience; $0^{cc},943$ et $0^{cc},921$ dans la deuxième; $0^{cc},833$ et $0^{cc},816$ dans la troisième, etc. Les différences sont, comme on le voit, presque nulles et pourtant le mésophylle de la variété foncée est plus épais (170^{μ} au lieu de 135^{μ}) et ses chloroleucites sont plus gros et plus verts; enfin l'énergie respiratoire des feuilles rapportée à l'unité de volume est la même chez tous les individus.

» *Chrysanthèmes*. — Les rapports d'assimilation s'élèvent jusqu'à 1,05 et 1,10. La feuille foncée assimile *le moins*, quoique plus épaisse et à tissu palissadique plus vert.

» *Spirées*. — Les énergies assimilatrices sont égales chez le *Spiræa Billardi* à feuilles blondes et le *Spiræa Revesiana* à feuilles foncées et glauques.

» *Pêchers*. — Deux variétés, l'une à feuilles vertes, l'autre à feuilles blondes, décomposent l'acide carbonique avec la même intensité. Les feuilles blondes diffèrent des feuilles vertes en ce qu'elles possèdent des plages de tissu lacuneux moins riches en chlorophylle et d'autres plages intéressant tout le mésophylle dont les cellules ont des chloroleucites moins verts.

» *Pruniers*. — La *Reine-Claude dorée*, qui est foncée, et la *Reine-Claude diaphane*, à feuillage blond, se comportent comme les Pêchers; pourtant, les feuilles sont moins riches en chlorophylle dans la seconde variété que dans la première.

» *Conclusions.* — La coloration verte plus ou moins foncée des feuilles adultes développées dans les mêmes conditions de milieu et appartenant à des plantes de variétés et d'espèces voisines ne permet pas toujours d'expliquer, et, à plus forte raison, de prévoir l'intensité de la fonction chlorophyllienne. Si, le plus souvent, des feuilles très vertes ont une énergie assimilatrice supérieure à celle de feuilles d'un vert pâle (Céréales, Laitues et Romaines, Bégonias, Fuchsias), il arrive que des feuilles ayant la même teinte assimilent différemment (Fuchsias), ou que des feuilles d'un vert pâle assimilent autant et même plus que des feuilles dont la teinte est plus foncée (Pêchers, Pruniers, Cannas, Chrysanthèmes).

» L'épaisseur du mésophylle, sa structure, et, en particulier, le développement du tissu palissadique; le nombre, la dimension et la teinte des chloroleucites dans chaque cellule sont autant de facteurs dont les variations ont sur la coloration verte des feuilles des effets soit concordants, soit opposés; leur action sur la décomposition de l'acide carbonique donne une résultante que l'expérience seule peut faire connaître dans son sens et sa grandeur.

» Cette résultante semble même, dans certains cas, en contradiction avec les données déduites de l'Anatomie. *Il y a donc d'autres causes (peut-être l'activité propre des chromoleucites ou la nature différente des chlorophylles) qui font varier l'assimilation.* »

BOTANIQUE. — *Sur les feuilles primordiales des Cupressinées.* Note de M. **Aug. Daguillon**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« J'ai communiqué à l'Académie, il y a quelques années [1], des observations relatives à l'organisation des feuilles, dites *primordiales*, qui succèdent immédiatement aux cotylédons chez les Conifères de la tribu des Abiétinées : cette organisation est, à plusieurs égards, intermédiaire entre celle des cotylédons et celle des feuilles définitives.

» J'ai eu, depuis cette époque, à diverses reprises, l'occasion d'observer des faits analogues chez un certain nombre de représentants de la tribu des Cupressinées, et je pense qu'il y a encore un certain intérêt à réunir aujourd'hui dans un Tableau d'ensemble les résultats de ces observations.

---

[1] Aug. Daguillon, *Sur le polymorphisme foliaire des Abiétinées* (*Comptes rendus*, 14 janvier 1889).

» Chez la plupart des Cupressinées typiques (*Cupressus, Chamæcyparis Lawsoniana, Biota, Thuja*, certains *Juniperus*) les feuilles primordiales diffèrent profondément, par leur forme extérieure, des feuilles que porte la plante « caractérisée » : les premières sont longues, aciculaires et nettement écartées de l'axe qui les porte, tandis que les secondes sont courtes, squamiformes et concrescentes avec l'axe par la plus grande partie de leur face ventrale. M. Van Tieghem considère la disposition fasciculée des feuilles sur les rameaux courts des Pins adultes comme une altération secondaire, due à l'influence du milieu, et regarde comme normale la disposition éparse des feuilles sur les rameaux longs ou sur la plante jeune ([1]). Je suis porté à considérer comme relevant d'une cause analogue la concrescence des feuilles avec les rameaux chez les Cupressinées caractérisées.

» Parfois la disposition phyllotaxique offre des caractères spéciaux aux feuilles primordiales. C'est ainsi que chez *Cupressus, Chamæcyparis Lawsoniana, Biota orientalis, Thuja occidentalis* et *Lobbi*, etc., aux deux cotylédons succède une première paire de feuilles opposées, décussées avec les cotylédons; puis vient une série de verticilles quaternés; enfin le nombre des feuilles du verticille tombe brusquement à deux : les feuilles des paires successives, formant quatre rangées à la surface de la tige, deviennent d'ailleurs squammiformes. Chez *Juniperus communis* les feuilles demeurent aciculaires à tout âge; mais on observe une première paire de feuilles opposées, à laquelle succèdent immédiatement des verticilles ternés ou bien des verticilles quaternés d'abord, ternés ensuite.

» Dans l'étude du passage de la structure du cotylédon à celle de la feuille définitive, il y a lieu de laisser de côté les feuilles squammiformes et concrescentes avec la tige, dont la morphologie interne subit le contrecoup de l'altération que l'influence du milieu a imprimée à la plante tout entière. Ce passage se traduit surtout par des changements dans la constitution de l'épiderme, de l'hypoderme, du mésophylle, de la méristèle et de l'appareil sécréteur.

» 1° *Épiderme*.— La cutinisation de l'épiderme augmente, d'une manière générale, depuis le cotylédon jusqu'à la feuille définitive. Quant à la distribution des stomates, qui sont portés exclusivement par la face supérieure dans le cotylédon, elle prend généralement, dès les feuilles primordiales, le caractère qu'elle revêt chez la feuille

([1]) Ph. Van Tieghem, *Sur la structure primaire et les affinités des Pins* (*Journal de Botanique*, t. V, p. 282 en note; 1891).

définitive, lorsqu'ils y sont localisés à la face supérieure (*Juniperus communis*) ou répartis entre les deux faces (*Wellingtonia gigantea, Cryptomeria japonica, Taxodium distichum, Cupressus, Chamæcyparis Lawsoniana, Biota orientalis*); quand ils sont plus nombreux à la face inférieure et y forment deux bandelettes symétriques (*Taxodium distichum*), cette différenciation entre les deux faces est beaucoup moins accusée dans les feuilles primordiales que dans les feuilles définitives; on peut voir (*Thuja occidentalis* et *Lobbi*) les stomates se répartir inégalement entre les deux faces dans les toutes premières feuilles, pour émigrer complètement à la face inférieure dans les suivantes.

» 2° *Hypoderme.* — L'hypoderme scléreux, qu'on trouve très généralement dans la feuille définitive, peut être totalement absent du cotylédon (*Wellingtonia gigantea, Cryptomeria japonica, Taxodium distichum*); souvent il est nul aussi dans les feuilles primordiales (*Wellingtonia gigantea, Sequoia sempervirens, Cryptomeria japonica*); si on le rencontre dans ces deux formes, c'est avec un développement moindre que celui qu'il acquiert dans la feuille définitive (*Araucaria imbricata, Taxodium distichum, Cupressus, Chamæcyparis Lawsoniana, Biota orientalis*), et ce n'est que progressivement qu'on le voit prendre, de feuille en feuille, son développement complet.

» 3° *Mésophylle.* — Quand le mésophylle de la feuille définitive est hautement différencié, cette différenciation ne se manifeste pas dès les feuilles primordiales : elle n'apparaît que progressivement. C'est ainsi que chez *Araucaria imbricata* le mésophylle, entièrement homogène dans les écailles primordiales, ne différencie, dans les feuilles suivantes, que sa partie supérieure en tissu palissadiforme, tandis que, dans les feuilles définitives, cette différenciation se manifeste également aux deux faces.

» 4° *Méristèle.* — Généralement la méristèle est simple dans toutes les feuilles. Lorsque la feuille définitive renferme plusieurs méristèles (*Araucaria imbricata*), les premières feuilles n'en renferment qu'une; puis leur nombre s'élève à trois et augmente de feuille en feuille, restant typiquement impair. La constitution du faisceau libéro-ligneux est, dès le cotylédon, sensiblement la même que dans la feuille définitive; mais le nombre des éléments du bois et du liber augmente, d'une manière générale, à mesure que s'élève le rang de la feuille considérée. Ce qui augmente surtout, du cotylédon à la feuille définitive, c'est le développement des deux ailes vasculaires qui, constituées aux dépens du péridesme, partent des flancs de la partie ligneuse du faisceau pour venir appliquer leurs extrémités contre les cellules de l'endoderme : cet accroissement de développement du tissu de transfusion est particulièrement sensible chez *Araucaria imbricata*, où elles s'étendent beaucoup, au-dessus du faisceau, de manière à se rejoindre plus ou moins, de part et d'autre du plan de symétrie de ce dernier, qui est souvent occupé, dans les feuilles définitives, par un ou deux plans de cellules péridesmiques ordinaires, ou bien encore chez *Wellingtonia gigantea*, où elles sont, dans les feuilles définitives, très étalées transversalement.

» Quant aux fibres péridesmiques qui occupent la face dorsale du faisceau dans certaines espèces (*Araucaria imbricata, Sequoia sempervirens, Taxodium distichum, Cupressus sempervirens* et *macrocarpa, Thuja occidentalis*), elles manquent ordinairement dans le cotylédon et dans les feuilles primordiales; je les ai toutefois observées chez *Cupressus sempervirens* et *macrocarpa*, ainsi que *Thuja occidentalis*.

» 5° *Appareil sécréteur.* — L'appareil sécréteur présente, du cotylédon à la feuille primordiale et à la feuille définitive, des différences tant dans le nombre que dans la situation des canaux sécréteurs. Il peut être nul dans le cotylédon et bien développé, au contraire, dans les feuilles suivantes (*Taxodium distichum, Cupressus, Chamæcyparis Lawsoniana, Biota, Thuja, Juniperus*). C'est chez *Cryptomeria japonica* que j'ai observé la plus grande variation dans le nombre et la distribution des canaux : le cotylédon en contient deux latéraux, auxquels s'ajoute, dans la feuille primordiale, un canal impair au-dessous de la méristèle; c'est ce canal impair qui persiste seul dans la feuille définitive. Chez *Araucaria imbricata* c'est, au contraire, le canal impair, situé au-dessous de la méristèle, qui caractérise les feuilles primordiales et disparaît dans les feuilles définitives; en même temps, de nouveaux canaux pairs s'ajoutent aux deux canaux latéraux des premières feuilles : ils s'intercalent entre les méristèles, dont ils occupent le niveau. Chez *Taxodium distichum,* au canal impair qui existe dans toutes les feuilles, sauf les cotylédons, s'ajoutent quelquefois, dans les feuilles définitives, deux petits canaux latéraux. La situation du canal impair, ordinairement superficielle dans le cotylédon et la feuille primordiale, devient parfois plus profonde dans la feuille définitive (*Wellingtonia gigantea, Sequoia sempervirens, Cryptomeria japonica,* certains *Cupressus*).

» En résumé, l'existence des feuilles primordiales n'est pas moins constante chez les Cupressinées que chez les Abiétinées. Le passage de la forme primordiale à la forme définitive est caractérisé parfois par une modification phyllotaxique et toujours par une différenciation croissante dans la morphologie interne de la feuille (modifications dans la distribution des stomates et des canaux sécréteurs, développement progressif de l'hypoderme, différenciation dans la structure de la méristèle). »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur la structure des faisceaux placentaires dans le genre* Primula. Note de M. E. **Decrock**, présentée par M. Guignard.

« Il est généralement admis que les faisceaux conducteurs placentaires des Primulacées ont une orientation inverse de celle que présentent les faisceaux de la tige, le bois étant tourné vers la périphérie, le liber vers le centre. Cette notion n'est exacte que dans certains cas. Dans cette Note, je me contenterai de donner un résumé de mes observations sur le genre *Primula,* dont j'ai étudié plus de quarante espèces.

» I. Dans *Primula acaulis* Jacq., *P. verticillata* Forsk., *P. stricta* Horn., *P. eliator* Jacq., *P. officinalis* Jacq., etc., on trouve dans la colonne placentaire de 5 à 10 faisceaux suivant les espèces. Dans chacun de ces faisceaux, le liber entoure complètement

le bois; il est formé de groupes de deux ou trois éléments à parois épaisses et nacrées, séparés par des cellules cambiales. Les vaisseaux du bois différenciés les premiers occupent le centre de la masse ligneuse, tous les autres se différencient en rayonnant autour des premiers.

» Il arrive parfois que le liber soit plus développé du côté interne que du côté externe.

» II. Dans *P. scotica* Hook., *P. longiflora* All., *P. marginata* Curt., etc., les faisceaux sont concentriques comme dans le cas précédent, mais ils n'ont plus une section circulaire, le bois est formé de vaisseaux disposés suivant des bandes tangentielles. Ces bandes sont régulièrement concentriques, ou pliées en V ou en zigzag. Leur différenciation est toujours rayonnante à partir du centre de différenciation ligneuse, mais elle s'opère dans deux directions prédominantes.

» III. Dans les *P. sinensis* Lindl., *P. viscosa* All., la colonne placentaire renferme 10 faisceaux libéro-ligneux inverses; le bois est effectivement tourné vers la périphérie et le liber vers le centre. Les vaisseaux disposés en éventail se développent d'un seul côté. Le liber les enveloppe fréquemment, sauf du côté externe où ils sont adossés à quelques cellules cambiales.

» IV. Dans *P. farinosa* L., les faisceaux se réunissent dès la base de la colonne placentaire en un cordon libéro-ligneux concentrique occupant le centre de la colonne placentaire et du placenta.

» En résumé, dans la grande majorité des espèces, les faisceaux placentaires sont concentriques, au sens qu'admettait de Bary. Dans le *P. sinensis*, le centre de différenciation ligneuse occupe la région externe du faisceau procambial, ne laissant point de place pour le développement du liber de ce côté. Dans le *P. scotica*, les vaisseaux du bois se développent surtout dans le sens tangentiel. Dans le *P. farinosa*, les faisceaux se fusionnent en un cordon libéro-ligneux concentrique, par suite de la réduction des dimensions de la fleur et en particulier de la colonne placentaire.

» Dans le placenta, ces faisceaux se divisent à plusieurs niveaux pour se rendre aux ovules, comme l'a montré M. Van Tieghem, dans ses *Recherches sur la structure du pistil*.

» Où s'insèrent les faisceaux placentaires? Dans le réceptacle floral, ils se réunissent en cinq faisceaux, qui divergent vers les faisceaux sépalaires et pétalaires, viennent se placer entre eux sur la même circonférence et enfin s'unissent à eux latéralement. Les éléments ligneux et libériens de toute cette portion inférieure sont des tubes criblés et des vaisseaux courts.

» Le placenta des Primulacées a donné lieu à une série d'hypothèses au point de vue de sa valeur morphologique. On y a vu tour à tour un organe de nature axile, un ensemble complexe formé de l'axe et des carpelles soudés, un deuxième verticille de carpelles, une réunion de ligules carpel-

laires, le résultat de la concrescence des faces ventrales des carpelles, les faces radiales ne s'étant pas développées.

» Pour discuter ces hypothèses avec la rigueur qu'elles méritent, il convient de tenir compte de tous les genres de cette famille. Leur étude pourra nous fournir tous les éléments de cette discussion. »

M. G. **Korompay** demande l'ouverture d'un pli cacheté, déposé dans la séance du 16 janvier 1899 et inscrit sous le numéro 6065.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, contient une Note relative à un procédé antique, fondé sur l'emploi d'une terre bitumineuse, contre des parasites de la vigne que l'auteur considère comme identiques au Phylloxera.

Cette Note sera transmise à la Commission du Phylloxera.

M. V. **Turquan** adresse une Note relative au *rayon vert*.

M. **Honoré** adresse une Note relative à un projet d' « automobile de guerre ».

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section d'Économie rurale, par l'organe de son Doyen M. *Schlœsing*, présente la liste suivante de candidats à la place laissée vacante par le décès de M. *Aimé Girard* :

En première ligne, par ordre alphabétique . . { MM. **Risler**. **Roux**.

En deuxième ligne, par ordre alphabétique . . { MM. **Maquenne**. **Schlœsing** fils.

Les titres de ces candidats sont discutés. L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures et demie.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 9 JANVIER 1899.
(*Suite.*)

Mémoires de la Société d'Agriculture, Sciences, Belles-Lettres et Arts d'Orléans. Tome XXXVI. Nos 3 et 4, 1897. Orléans, Michau et Cie; 1 br. in-8°.

Nouvelles Annales de Mathématiques, par C.-A. LAISANT et X. ANTOMARI. Tome XVIII. Janvier 1899. Paris, Gauthier-Villars, 1899; 1 br. in-8°.

Journal du Ciel, par JOSEPH VINOT. Février 1899. 1 br. in-4°.

Bulletin de la Société française de tempérance. Tome IV, 1898. N° 7. Paris, Asselin et Houzeau; 1 br. in-8°.

Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale, par M. E. COLLIGNON. Paris, 1898. N° 12. Tome III; 1 vol. in-4°.

Bulletin astronomique, publié par l'Observatoire de Paris. Tome XVI. Janvier 1899. Paris, Gauthier-Villars, 1899; 1 br. in-8°.

Bulletin des Sciences mathématiques, par MM. GASTON DARBOUX et JULES TANNERY. Tome XXII. Décembre 1898. Paris, Gauthier-Villars, 1898; 1 br. in-8°.

Bulletin de la Société de Géographie. Tome XIX. Paris, Société de Géographie, 1898; 1 br. in-8°.

Revue de Mécanique. Tome III. N° 6. Paris, Vve Ch. Dunod, 1898; 1 br. in-4°.

Les actualités chimiques. Directeur : M. CH. FRIEDEL, de l'Institut. Tome III. N° 10. Paris, G. Carré et C. Naud; 1 br. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 16 JANVIER 1899.

Études sur les méthodes et les instruments des nivellements de précision, par C.-M. GOULIER, Colonel du Génie en retraite. Paris, Imprimerie Nationale et librairie Gauthier-Villars, 1898; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. J. Bertrand.)

Recherches de Chimie et de Physiologie appliquées à l'Agriculture, par A. PETERMANN. Tomes I, II, III. Liége, Charles Desoer, et Paris, G. Masson, 1886 et 1898; 3 vol. in-8°. (Présentés par M. Dehérain.)

Beryllium und seine Verbindungen, von PAUL LEBEAU. Frankfurt a. M. Druckerei Gebrüder Fey, 1898; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Moissan.)

Notice sur les Travaux scientifiques de M. TH. SCHLŒSING fils. Paris, Gauthier-Villars, 1899; 1 fasc. in-4°.

Les reptiles actuels et fossiles, par M. A. LAVOCAT. Toulouse, Douladoure-Privat, 1898; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Revue maritime. Tome CXXXIX. Décembre 1898. Paris, R. Chapelot et Cie; 1 vol. in-8°.

L'Électrochimie. Directeur : ADOLPHE MINET, N° 12. Décembre 1898. Paris, Imp, H. Richard; 1 fasc. in-4°.

Journal de la Société nationale d'Horticulture de France. Tome XX. Décembre 1898. Paris, Imp. L. Maretheux; 1 br. in-8°.

Annales médico-psychologiques. Huitième série. Tome IX. Paris, Masson et Cie; 1 br. in-8°.

Recueil de Médecine vétérinaire. VIIIe série. Tome V. N° 24. 1898. Paris, Asselin et Houzeau; 1 br. in-8°.

Revue géologique suisse pour l'année 1897, par H. SCHARDT. N° 28. Genève, Georg et Cie, 1898; 1 fasc. in-8°.

Annali dell' ufficio centrale meteorologico e geodinamico italiano. Vol. XVI, Parte II, 1894; Vol. XVI, Parte II, 1895; Vol. XVII, Parte I, 1895; Vol. XVIII, Parte II, 1896. Roma, G. Bertero; 4 vol. in-4°.

Anales de la Sociedad española de Historia natural. Série II. Tome XXVII. Madrid, Don J. Bolivar, 1898; 1 fasc. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 23 JANVIER 1899.

Traité d'Analyse chimique quantitative par électrolyse, par J. RIBAN. Paris, Masson et Cie, 1899; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Troost.)

Recherches géologiques et pétrographiques sur le massif du mont Blanc, par LOUIS DUPARC et LUDOVIC MRAZEC. Genève, Georg et Cie, et Paris, G. Fischbacher, 1898; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Michel Lévy.)

Bulletin de la Société de l'Industrie minérale. Tome XII, IIIe livraison, 1898. Saint-Étienne, J. Thomas et Cie; 1 vol. in-8°, avec atlas.

Société des Ingénieurs civils de France. Table des matières, année 1898. Paris, Chaix; 1 br. in-8°.

L'avenir de l'Automobile et du Cycle. Janvier 1899. Saint-Denis, Bouillant; 1 fasc. in-4°.

Revue internationale des falsifications. Président : M. le prof. Brouardel. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1899; 1 fasc. in-4°.

Acta Societatis Scientiarum fennicæ. Tomes XXII et XXIII. Helsingforsiæ, ex officina typographica Societatis litterariæ fennicæ, 1897; 2 vol. in-4°.

Annales du Musée du Congo; illustrations de la flore du Congo, par Em. de Wildeman et Th. Durand. Tome I, fasc. I. Bruxelles, Ch. Vande Weghe, 1898; 1 fasc. gr. in-4°.

Annales du Musée du Congo; matériaux pour la faune du Congo, par G.-A. Boulenger. Tome I, fasc. I. Bruxelles, Ch. Vande Weghe, 1898; 1 fasc. gr. in-4°.

The journal of the College of Science imperial university of Tokyo. Vol. IX, part III; Vol. X, part III; Vol. XI, part I; Vol. XII, part I, II et III. Published by the university, Tokyo, Japan, 1898; 6 fasc. in-8°.

Annales de la Société scientifique de Bruxelles. 1897-98. Louvain, J. Thirion, 1898; 1 vol. in-8°.

Commissão géographica e géologica de São Paulo. Dados climatologicos do anno de 1893, 1894, 1895, 1896 et 1897. S. Paulo, Vanorden et Cie, 1898; 5 fasc. in-8°.

Annuaire de l'observatoire royal de Belgique, 1898 (*supplément*) et 1899. Bruxelles, Hayez, 1899; 2 vol. petit in-8°.

Bulletin de la Société physico-mathématique de Kasan. Deuxième série. Tome VIII, nos 2 et 3. Kasan, 1898; 2 fasc. in-8°.



COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 JANVIER 1899,

PRÉSIDENCE DE M. VAN TIEGHEM.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Faye**, en présentant à l'Académie, au nom de M. Bischoffsheim, le Tome I des « Annales de l'observatoire de Nice », s'exprime comme il suit :

« Ce Volume est consacré presque en entier à la description de ce bel établissement. Il comprend deux parties distinctes, qui se complètent : un Volume de texte, de 350 pages environ, et un Atlas qui ne renferme pas moins de 47 planches.

» Dans une Introduction d'une quarantaine de pages, l'auteur de l'Ouvrage fait l'historique de la fondation de l'observatoire, en insistant sur le rôle du Bureau des Longitudes dans cette création incomparable; il donne

ensuite la description rapide et sommaire de la Corniche et du mont Gros lui-même, et, après avoir rappelé les fêtes d'inauguration de l'année 1887, il termine par l'énumération succincte des travaux variés par lesquels l'observatoire Bischoffsheim s'est signalé, jusqu'à ce jour, à l'attention du monde savant.

» Citons, à cette occasion et pour mémoire, les différences de longitude entre Nice, Paris, Milan, l'Isle-Rousse et Ajaccio, avec le concours des Dépôts de la Guerre et de la Marine; la latitude du mont Gros, deux mille étoiles doubles, de nombreuses mesures de planètes et de comètes, des centaines d'occultations d'étoiles par la Lune; des observations des phénomènes des satellites de Jupiter, ces dernières de M. Prim; une étude du disque d'Uranus, la position de ses bandes et la durée probable de sa rotation.

» On ne nous pardonnerait pas de ne pas insister sur les longues et patientes observations de la planète Mars et de ses canaux, dont la publication n'alla pas sans provoquer quelques protestations, il y a une dizaine d'années, et qui, à l'époque, constituaient les premières confirmations des merveilleuses découvertes de Schiaparelli.

» Ces canaux, M. Perrotin n'hésite pas à les regarder aujourd'hui comme de véritables bras de mer faisant communiquer, à travers les continents équatoriaux de la planète, les mers australes avec les mers plus rares de l'hémisphère boréal.

» Je dois aussi me borner à faire allusion aux étonnantes protubérances, remarquées dès 1892, à Nice, sur le terminateur de Mars et qui sont restées jusqu'à ce jour sans explication plausible.

» Parlerai-je encore des belles études sur Vénus, inaugurées au mont Gros et clôturées sur le mont Mounier, à près de 3000^{m} d'altitude, et qui, dans l'opinion de M. Perrotin, tranchent définitivement la question de la durée de la rotation de cet astre dans le sens même des vues du célèbre directeur de l'observatoire de Milan? L'Académie les connaît, et toute discussion à leur sujet ou le seul énoncé des conséquences qui en découlent pour l'extension de nos connaissances cosmogoniques nous entraîneraient trop loin.

» On n'en finirait pas si l'on voulait seulement donner une idée des observations qui se continuent depuis douze ans, avec M. Jabely, au cercle Brunner, sur les étoiles de Dorpat; ou faire ressortir l'importance de la mire lointaine de M. Cornu, ou des pendules synchrones établis à Nice

par notre savant Confrère. Je n'insisterai pas davantage sur les recherches de M. Simonin concernant Hécube et son moyen mouvement, ni sur son catalogue de circompolaires. Il en sera de même pour les divers Mémoires de Vesta qui vont trouver leur conclusion naturelle dans un ensemble de Tables, déjà prêtes pour l'impression, et dans la préparation desquelles M. Perrotin s'est inspiré des méthodes que Le Verrier a mises en œuvre dans les théories de Jupiter et de Saturne.

» Mais on ne peut pourtant passer sous silence les quatre-vingt-dix-huit petites planètes de M. Charlois; ni les quinze cents nébuleuses nouvelles de M. Javelle, presque toutes mesurées avec la dernière précision; ni les deux comètes que M. Giacobini a découvertes avec l'équatorial coudé de M. Lœwy et dont l'une sera vraisemblablement périodique; ni, enfin, la longue et précieuse série d'observations météorologiques et magnétiques de M. Auvergnon.

» Bon nombre de ces travaux sont exposés, avec tous les développements désirables, dans les Volumes parus ou en cours d'impression chez M. Gauthier-Villars, et l'on n'ignore pas que l'un d'entre eux renferme le magnifique spectre solaire dessiné par M. Thollon.

» Le Volume actuel donne, dans le plus grand détail et durant près de cent cinquante pages, la description des constructions, des instruments et des installations de natures diverses qui font de l'observatoire de Nice un établissement hors de pair. C'est un véritable traité sur la matière et dans lequel nos artistes Brunner, Gautier, Henry figurent avec honneur.

» Après l'inventaire des six mille Volumes et plus de la bibliothèque, l'Ouvrage nous présente, dans un dernier Chapitre, le recueil de vingt-huit Tables numériques que consulteront utilement les astronomes du mont Gros pour la préparation et la réduction des observations auxquelles ils peuvent être appelés à participer.

» Quant à l'Atlas (¹), il n'y a rien à en dire et il se passe de commentaire. Il parle de lui-même, plus et mieux que tous les discours, et le simple examen des planches qu'il contient ne peut que communiquer au lecteur les sentiments d'admiration profonde de ceux qui connaissent déjà l'œuvre si remarquable, à tous égards, de notre Confrère, sentiments dont on trouve

---

(¹) Quelques-unes des planches sont extraites de la *Monographie* de Charles Garnier qui fut, comme on sait, l'architecte de l'observatoire; les autres sont nouvelles et inédites.

comme un écho dans les dernières lignes de la Préface de ce Volume et que, pour finir, je demande la permission de citer textuellement :

» Nous ne saurions clore ces préliminaires, dit M. Perrotin, en manière de conclusion, sans mentionner le témoignage de haute estime que les représentants les plus autorisés et les plus illustres de la Science ont accordé à M. Bischoffsheim, le 16 juin 1890.

» En l'appelant, ce jour-là, dans son sein, en qualité de Membre libre, l'Académie a voulu décerner au fondateur de l'observatoire de Nice la plus belle récompense qu'un homme de science puisse ambitionner.

» Les astronomes du mont Gros, qui ont eu si souvent l'occasion de mettre à l'épreuve la sollicitude infatigable du nouveau Mécène, d'apprécier l'homme au caractère droit, aux idées élevées, dont l'esprit est sans cesse à la recherche d'une innovation ou d'un progrès scientifique à encourager, l'homme aux sentiments généreux dont le cœur est toujours ouvert aux bonnes actions, les astronomes du mont Gros, disons-nous, ont été heureux, entre tous, d'applaudir à cette haute distinction qui est comme le couronnement d'une œuvre à laquelle ils ont eu l'honneur et la bonne fortune de prendre part. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre de la Section d'Économie rurale, en remplacement de feu M. *Aimé Girard*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 58,

M. Roux	obtient	41	suffrages,
M. Risler	»	14	»
M. Maquenne	»	2	»

Il y a un bulletin blanc.

M. **Roux**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions chargées de juger les concours de 1899.

Le dépouillement des scrutins donne les résultats suivants :

Prix Montyon (*Médecine et Chirurgie*). — MM. Bouchard, Guyon, Potain, Marey, Lannelongue, d'Arsonval, Brouardel, Ranvier, Chauveau.

Prix Bréant. — MM. Marey, Bouchard, Guyon, Potain, d'Arsonval, Lannelongue.

Prix Godard. — MM. Guyon, Bouchard, Potain, Lannelongue, Brouardel.

Prix Serres. — MM. Ranvier, Perrier, Bouchard, de Lacaze-Duthiers, Marey.

Prix Barbier. — MM. Bouchard, Lannelongue, Guyon, Guignard, Potain.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Farjenel** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire relatif à un « Système de cylindres conjugués, pour moteurs, fonctionnant sous l'action de fluides quelconques ».

(Commissaires : MM. Maurice Lévy, Sarrau, Léauté).

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, des « Tables décimales à neuf chiffres, pour la transformation des heures et des degrés en fractions décimales » ; par M. *J. de Rey-Pailhade* (Extrait du *Bulletin de la Société de Géographie de Toulouse*, 1898). (Présenté par M. A. Cornu.)

PHYSIQUE SOLAIRE. — *Observation du groupe des raies* B *du spectre solaire faite au sommet du mont Blanc*. Note de M. **A. de la Baume-Pluvinel**, présentée par M. Janssen.

« Depuis la découverte des raies telluriques par M. Janssen et les travaux de cet auteur et de M. Egoroff sur le spectre de l'oxygène, on sait que les groupes de raies A. B. α du spectre solaire sont dus à ce gaz.

» En outre, les observations faites par M. Janssen entre la tour Eiffel et Meudon et celles qui ont été exécutées par lui au massif du mont Blanc à

la station des Grands-Mulets et au sommet mettent hors de doute aujourd'hui l'origine exclusivement tellurique de ces raies.

» Cependant, en raison de l'importance de la question, M. Janssen a pensé qu'il serait très intéressant de corroborer ses observations oculaires par la Photographie et il m'a demandé de me charger de ces observations. Il m'a aidé de son expérience et a tenu aussi à assurer le transport de nos appareils, de Chamonix au sommet, et a fait le nécessaire pour faciliter mon ascension ainsi que mon installation dans l'observatoire du mont Blanc. Je lui adresse ici mes sincères remercîments.

» Le spectroscope employé possède, comme organe dispersif, un réseau plan de Rowland dit de 4 pouces. La surface striée de ce réseau est de 5^{cm} sur 8^{cm}, et les traits sont au nombre de 568 par millimètre. Le foyer du collimateur et celui de l'objectif photographique sont respectivement $1^{m},10$ et $1^{m},50$. L'ouverture commune de ces deux lentilles est $0^{m},108$. Un condensateur de $0^{m},85$ de foyer projetait sur la fente du spectroscope une image du Soleil de $7^{mm},6$ de diamètre. La largeur de la fente était $0^{mm},02$ et au-devant de cette fente était disposée une auge en verre contenant une solution d'aurine destinée à éviter la superposition des spectres. L'appareil était disposé horizontalement, et la lumière du Soleil y était renvoyée par un héliostat Prazmowski.

» Mon but étant de photographier le groupe B du spectre solaire, j'ai dû employer des plaques photographiques rendues sensibles au rouge par une immersion dans un bain de cyanure. Afin d'obtenir les raies les plus fines du groupe B, il a été reconnu nécessaire d'employer des plaques au gélatinobromure d'argent de médiocre sensibilité, qui ont l'avantage de présenter un grain très fin. Dans ces conditions, pour obtenir une bonne image du groupe B dans le spectre du second ordre, il a fallu prolonger la pose pendant trente minutes.

» Les expériences ont été faites au sommet du mont Blanc les 5 et 6 septembre 1898. Pendant ces deux journées, le ciel est resté complètement découvert, mais la pureté de l'atmosphère a laissé à désirer.

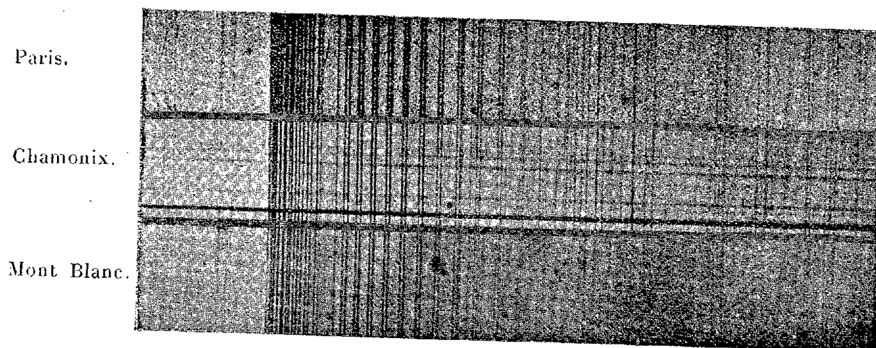
» Les résultats de nos expériences ont été les suivants :

» A Chamonix, où l'action absorbante de l'atmosphère est encore sensiblement entière, mon spectroscope m'a permis de photographier nettement les dix premiers doublets du groupe B. Mais l'intensité des doublets suivants est manifestement moins grande.

» Au sommet du mont Blanc, les clichés montrent encore nette-

ment les dix premiers doublets, mais l'intensité des doublets suivants est manifestement moins grande que sur les clichés obtenus à Chamonix; il y a une chute brusque d'intensité; cependant, dans les deux stations, les opérations avaient été conduites de manière à rendre les résultats absolument comparables.

» L'observation oculaire au sommet a permis de distinguer, comme à Chamonix, les onzième et douzième doublets. Le onzième doublet était



même plus facilement perceptible qu'à Chamonix, car il était débarrassé des raies qui l'empâtent lorsque l'atmosphère est chargée de vapeur d'eau.

» Grâce à la faible humidité de l'atmosphère, le groupe *a* avait aussi considérablement diminué d'importance; toutes les raies principales de ce groupe subsistaient.

» J'ajoute que la décroissance de l'intensité des doublets du premier au douzième m'a paru plus régulière au sommet du mont Blanc qu'à Chamonix.

» En résumé, le groupe B subsiste dans le spectre solaire au sommet du mont Blanc, mais avec une intensité bien moindre que dans les couches basses de l'atmosphère.

» Cette persistance du groupe B à 4810^{m} d'altitude est, d'ailleurs, conforme aux expériences de M. Janssen sur l'apparition des raies d'absorption de l'oxygène. En effet, M. Janssen a montré qu'une colonne d'oxygène de 120^{m} de longueur, à la pression atmosphérique, suffit pour produire une absorption qui donne naissance aux raies B. Il faudrait donc, pour que les raies B n'apparaissent pas dans le spectre solaire, que la

couche d'atmosphère traversée par les rayons du Soleil fût au plus équivalente à une colonne d'oxygène de 120^{m} de longueur à la pression atmosphérique.

» Or, au sommet du mont Blanc, le 5 septembre, à midi, la couche d'atmosphère traversée par les rayons du Soleil équivalait à une colonne d'oxygène de 900^{m} environ de longueur, soit environ sept fois la longueur suffisante pour faire apparaître B.

» On peut se demander à quelle hauteur il faut s'élever pour recevoir des rayons du Soleil n'ayant traversé qu'une couche d'atmosphère équivalant à 120^{m} d'oxygène. On trouve que ce résultat est atteint lorsque la pression atmosphérique est réduite à 53^{mm} : ce qui correspondrait à une altitude de 21500^{m}, si l'on admet que la formule de Laplace s'applique encore à des pressions aussi basses.

» Il est à espérer que des ballons-sondes munis de spectroscopes photographiques automatiques pourront nous fournir le spectre du Soleil à ces altitudes. On est en droit de supposer que le spectre ainsi obtenu sera complètement dépouillé des raies du groupe B. »

Remarques sur la Communication précédente; par M. **Janssen**.

« On sait que la question de la présence ou de l'absence de l'oxygène tel que nous connaissons ce corps dans les enveloppes gazeuses du globe solaire m'occupe depuis plusieurs années. Je crois avoir démontré avec une certitude presque complète la solution négative [1].

» Cependant cette question a une si grande importance pour la connais-

---

[1] Il est bien entendu, ainsi que je l'ai expliqué plusieurs fois, que je n'entends parler ici que de l'oxygène tel que nous le connaissons et tel qu'il existe dans notre atmosphère. Les études spectrales sur ce corps et spécialement l'existence de deux spectres d'absorption obéissant à deux lois si différentes semblent indiquer une complexité de constitution moléculaire qui permet de supposer l'existence pour ce corps d'un état plus simple ou d'un dédoublement, qui seraient dus à la haute température du globe solaire et qui précéderait celui que nous connaissons. Dans cette hypothèse cet oxygène de premier état ou ces éléments posséderaient d'autres propriétés physiques et chimiques et, en particulier, ils ne pourraient se combiner avec l'hydrogène des enveloppes solaires et produire la vapeur d'eau, fait capital, comme je l'ai indiqué, pour assurer l'avenir des fonctions de radiation de l'astre.

sance de la constitution physique du Soleil et de l'avenir réservé aux fonctions de cet astre que j'ai pensé à faire confirmer mes observations oculaires par la Photographie, et alors je ne pouvais mieux faire que de prier M. de la Baume-Pluvinel de vouloir bien se charger de ces observations.

» S'il était démontré que les groupes des raies de l'oxygène dans le spectre solaire s'évanouissent complètement aux limites de notre atmosphère, la question serait résolue. Cette solution n'est pas à notre portée, au moins actuellement; mais nous pouvons atteindre indirectement ce résultat en montrant que la décroissance des intensités des raies en question est en rapport avec la diminution des épaisseurs atmosphériques traversées.

» On sait que cette étude a fait l'objet d'une expérience instituée, en 1889, entre la tour Eiffel et Meudon (¹) et qu'elle a été le but principal de mes ascensions aux Grands-Mulets, en 1888, et au sommet du mont Blanc, en 1890 et 1893.

» En 1893, je me servais d'un spectroscope à réseau très comparable à celui qui a permis à M. de la Baume de photographier le groupe B.

» Ce qui est remarquable, c'est que j'ai indiqué alors, en rapportant mes observations oculaires sur ce groupe, que les doublets paraissent se réduire à 8 comme doublets bien visibles; or les photographies de M. de la Baume montrent, en effet, une chute très sensible d'intensité après le huitième doublet; la photographie s'accorde donc ici d'une manière remarquable avec l'observation oculaire.

» Maintenant il faut bien remarquer que la présence des raies de la vapeur d'eau qui, dans le spectre, sont mêlées à celles de l'oxygène apporte un certain trouble dans la netteté des observations, ainsi que M. de la Baume-Pluvinel le fait remarquer avec raison. Au sommet du mont Blanc, cette vapeur étant nécessairement moins abondante que dans la plaine, la visibilité des doublets doit être meilleure, toutes choses égales d'ailleurs.

» Aussi, pour que les résultats soient absolument comparables, sera-t-il

---

(¹) La couche d'air interposée entre la tour Eiffel et Meudon est sensiblement équivalente, comme absorption, à notre atmosphère. Or une lumière électrique très puissante, installée au sommet de la tour et analysée à l'observatoire de Meudon, nous a donné le groupe B avec une intensité qui a paru sensiblement égale à celle qu'il possède dans le spectre solaire observé en juin vers le méridien.

nécessaire que les observations dans les basses stations soient faites par un temps très sec, donnant des groupes de la vapeur d'eau aussi faibles que ceux qui existeront au sommet du mont Blanc au moment de la prise des photographies.

» Il me paraît donc nécessaire d'introduire, dans ces importantes observations, un élément nouveau, celui de l'intensité des groupes aqueux, qui doit être sensiblement la même dans les deux stations et aussi faible que possible.

» Alors de ce côté rien ne viendra masquer la visibilité des groupes oxygénés.

» Il existe encore dans ces observations un facteur qui ne peut être négligé. C'est celui de l'intensité de la lumière qui donne le spectre soit oculaire, soit photographique. Cette intensité modifie nécessairement le degré de visibilité des raies et peut induire en erreur sur leur intensité véritable. En une station très élevée, comme celle du sommet du mont Blanc, la lumière solaire, qui n'a à traverser que l'équivalent d'une demi-atmosphère environ, est nécessairement bien plus forte que dans la plaine. Les raies spectrales et, en particulier, les raies du groupe B, dégagées d'une part des raies d'origine aqueuse et formées par une lumière plus intense, doivent être plus visibles, toutes les autres circonstances étant égales.

» On ne doit pas perdre de vue que l'augmentation d'intensité d'une raie est toujours accusée non seulement par une teinte plus foncée, mais encore par une augmentation apparente de sa largeur.

» Il faut tenir compte de ces circonstances dans l'appréciation des intensités, et ne pas considérer uniquement la visibilité. Alors les comparaisons deviendront irréprochables.

» J'espère que M. de la Baume-Pluvinel voudra bien, comme il me l'a laissé espérer, compléter ces importantes études et mettre encore une fois au service de la Science son savoir éminent et bien connu en Photographie. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la généralisation de la première méthode de Jacobi.* Note de M. **N. Saltykow**, présentée par M. Jordan.

« Considérons le système d'équations

$$(1)\qquad \begin{cases} p_k + H_k(x_1, x_2, \ldots, x_n, z, p_{m+1}, p_{m+2}, \ldots, p_n) = 0, \\ \qquad k = 1, 2, \ldots, m;\ m \leq n, \end{cases}$$

les valeurs p_i désignant les dérivées $\frac{dz}{\partial x_i}$. Les conditions d'involution de ces dernières équations étant satisfaites, les équations

$$(2)\quad \begin{cases} dz = \sum_{k=1}^{m}\left(\sum_{i=1}^{n-m} p_{m+i}\frac{\partial H_k}{\partial p_{m+i}} - H_k\right) dx_k, \\ dx_{m+i} = \sum_{k=1}^{m}\frac{\partial H_k}{\partial p_{m+i}}\,dx_k, \\ dp_{m+i} = -\sum_{k=1}^{m}\left(\frac{\partial H_k}{\partial x_{m+i}} + \frac{\partial H_k}{\partial z}\,p_{m+i}\right) dx_k, \\ i = 1, 2, \ldots, n-m \end{cases}$$

sont aux différentielles totales, comme je l'ai indiqué dans mon Mémoire *Sur les intégrales complètes des équations aux dérivées partielles* (¹).

» Il est aisé de donner deux théorèmes établissant une connexion intime entre les problèmes d'intégration des équations (1) et (2) :

» I. *Soit*

$$z = V(x_1, x_2, \ldots, x_n, b, b_1, b_2, \ldots, b_{n-m})$$

une intégrale complète du système (1), $b, b_1, \ldots, b_{n-m}$ *étant des constantes arbitraires. Le déterminant fonctionnel*

$$D\left(\frac{\frac{\partial V}{\partial x_{m+1}}, \frac{\partial V}{\partial x_{m+2}}, \ldots, \frac{\partial V}{\partial x_n}}{b_1, \quad b_2, \quad \ldots, b_{n-m}}\right)$$

ne s'annulant pas, les équations

$$z = V, \qquad \frac{\partial V}{\partial x_{m+i}} = p_{m+i}, \qquad \frac{\partial V}{\partial b_i} = a_i\frac{\partial V}{\partial b},$$
$$i = 1, 2, \ldots, n-m$$

donnent l'intégrale générale du système (2), a_i *étant de nouvelles constantes arbitraires.*

» II. *Soient les équations*

$$(3)\quad z = \varphi(x_1, x_2, \ldots, x_m, a_1, a_2, \ldots, a_{n-m}, b, b_1, \ldots, b_{n-m}),$$
$$(4)\quad x_{m+i} = f_i(x_1, x_2, \ldots, x_m, a_1, a_2, \ldots, a_{n-m}, b, b_1, \ldots, b_{n-m}),$$
$$p_{m+i} = F_i(x_1, x_2, \ldots, x_m, a_1, a_2, \ldots, a_{n-m}, b, b_1, \ldots, b_{n-m}),$$
$$i = 1, 2, \ldots, n-m,$$

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 166; 16 janvier 1899.

l'intégrale générale du système (2), *les constantes arbitraires* a_i, b_i, b *représentant les valeurs initiales de*

$$x_{m+i}, \qquad p_{m+i}, \qquad z - \sum_{i=1}^{n-m} x_{m+i} p_{m+i}.$$

» *Si l'on désigne par*

$$z = \mathrm{V}(x_1, x_2, \ldots, x_n, b, b_1, b_2, \ldots, b_{n-m})$$

le résultat de l'élimination des a_i *de la formule* (3), *en vertu des équations* (4), *l'intégrale générale du système* (2) *peut être mise sous la forme*

$$z = \mathrm{V}, \qquad \frac{\partial \mathrm{V}}{\partial x_{m+i}} = p_{m+i}, \qquad \frac{\partial \mathrm{V}}{\partial b_i} = a_i \frac{\partial \mathrm{V}}{\partial b},$$
$$i = 1, 2, \ldots, n-m.$$

De plus la fonction V *est une intégrale complète des équations* (1).

» Ainsi la fonction V jouit des mêmes propriétés que la fonction principale que nous avons étudiée dans notre article : *Généralisation de la première méthode de Jacobi sur l'intégration d'une équation aux dérivées partielles* (¹). Quant aux équations (2), nous les nommerons *système canonique généralisé des équations aux différentielles totales,* car elles présentent une généralisation évidente des équations étudiées par Jacobi (²) et qui découlent des équations (2) en y posant $m = 1$.

» Conformément à l'intégration des équations (2), il est aisé d'énoncer les théorèmes suivants :

» 1. *Si l'on connaît les* $n - m + 1$ *intégrales du système* (2), *distinctes par rapport aux* p *et de sorte que, en les joignant aux équations* (1), *on en tire les valeurs* z, p *en fonctions des variables* $x_1, x_2, \ldots, x_m$, *vérifiant les conditions* $p = \frac{\partial z}{\partial x}$, *on obtient les autres* $n - m$ *intégrales cherchées du système* (2) *rien que par des différentiations.*

« 2. *Si l'on connaît* ν *intégrales du système* (2), *distinctes par rapport aux* p, ν *étant moindre que* $n - m + 1$, *de sorte qu'ensemble avec les équations* (1) *elles forment un système en involution, l'ordre du système* (2) *s'abaisse de* 2ν *unités.*

» 3. *Le problème d'intégration du système* (2) *n'exige que* $n - m + 1$ *opérations d'ordre* $2n - 2m + 1, 2n - 2m - 1, \ldots, 3, 1$. »

(¹) *Comptes rendus.*

(²) Jacobi, *Gesammelte Werke,* Bd. V, p. 285, 291, 399.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les groupes de classe* N — *u et de degré* N *au moins u* — 1 *fois transitifs* (1). Note de M. **Edmond Maillet**, présentée par M. Jordan.

« 1. *Groupes au moins u fois transitifs* ($u \geqq 3$). — I. Si N est premier impair, G ne peut exister que pour des valeurs de N limitées en fonction de u, à moins que l'on ait ou bien u impair, $N - 1 \equiv 0 \bmod [(u-1)!\,\mathfrak{K}]$, $\frac{N-1}{(u-1)!}$ pair, ou bien $u = 4h + 2$, $N - 1 \equiv 0 \pmod{2u}$, $(N-1)(N-u) \equiv 0 \pmod{u!}$.

» En particulier, on n'a ni $u = 4$, ni $u = 3$, à moins que $N = 11$ avec G 4 fois transitif, ni $N - u = 4h + 1$, ni, en général, N — 2 premier quand $u \geqq 5$.

» II. Si $N - u + 1 = p^\mu$ (p premier impair), $\mathfrak{K}$ ne peut être pair que pour $p = 3$, $u < 5$; $\mathfrak{K}$ n'est impair que si $p = 3$, $u < 7$, ou si $p = 4h + 3$ avec μ impair et $u < 5$. Enfin, si $\mu = 1$, on a (Jordan) $p \geqq N - 2$.

» III. Soit $N - u = 2p'$ (p' premier impair). On a $\mathfrak{K} = p'$, $u = 3$ (Jordan) et $N - u + 1 = 3^\mu$ (μ impair) si $p' > 3$.

» IV. Si $N - u + 2 = f$ (f premier impair), G ne peut exister.

» V. Si $N = \rho f$ (f premier impair, premier à ρ et > 5), G ne peut exister pour $u = 3$ si $f - 1$ n'a avec $\mathcal{G}$ qu'un plus grand commun diviseur $\leqq 2$.

» VI. Si $N - u \leqq 100$,

pour $u = 3$, on a N égal à 9, 11, 33 ou 81;
pour $u = 4$, on a N égal à 12;
pour $u > 4$, G n'existe pas.

» 2. *Groupes u* — 1 *fois et u* — 1 *fois seulement transitifs*. — VII. Si $u = 3$ et si G a 4 degrés, N ne peut être premier que si N = 11.

» VIII. Si $N - u \leqq 100$,

pour $u = 3$, on a N égal à 3^μ, $2^m - 1 \leqq 15$, 11 ou 33;
pour $u = 4$, on a N égal à 10, 12, $2^m \leqq 16$, ou 28;
pour $u > 4$, G n'existe pas. »

---

(1) Nous nous appuyons principalement sur les résultats obtenus par nous dans notre thèse de doctorat (Gauthier-Villars, 1892), p. 49-103; dans les *Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse* (1895-1896) et dans le *Bulletin de la Société mathématique de France* (1897). G est le groupe étudié, K le sous-groupe des substitutions de G laissant u lettres immobiles, $\mathcal{G}$ et $\mathfrak{K}$ leurs ordres.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le problème de l'itération.* Note de M. LÉMERAY.

« On sait que le problème de l'itération consiste, étant donnée une fonction $\Phi(z)$, à trouver une fonction $\psi(u, z)$ se réduisant, pour $u = 0$, à z; pour $u = 1$, à $\Phi(z)$, et telle que l'on ait identiquement, quels que soient u, u' et z,

$$\psi[u, \psi(u', z)] = \psi[(u + u')z].$$

Soit x un zéro de $\Phi(z) - z$; on suppose que la fonction $\Phi(z)$ et son inverse $\Phi_{-1}(z)$ sont uniformes, continues et régulières en x. D'après les recherches de MM. Kœnigs (1), Grévy (2) et Leau (3), il existe au voisinage de x une région R, telle qu'en prenant z dans son intérieur l'une au moins des substitutions

$$z, \Phi(z); \quad z, \Phi_{-1}(z)$$

converge vers x, à condition de prendre la détermination de $\Phi_{-1}(z)$ qui, pour $z = x$, se réduit à x. Supposons, de plus, x réel, $\Phi'(x)$ positif ou nul et $\Phi(z)$ réelle pour les valeurs réelles de z voisines de x. Plaçons l'origine en x; soient $\varphi(z)$ ce que devient la fonction de substitution et $\varphi_{-1}(z)$ son inverse. Les expressions suivantes fournissent *une* itérée que nous désignerons par $\psi(u, z)$.

» *Premier cas :*

$$(1) \qquad \psi(u, z) = \lim \varphi_{-m}[\varphi'(0)^u \varphi_m(z)].$$

» *Deuxième cas :* $\varphi'(0) = 1$ et, plus généralement, les $p - 1$ premières dérivées de $\varphi(z) = z$ sont nulles pour $z = 0$:

$$\psi(u, z) = \lim \varphi_{-m}\left\{\left[1 - \frac{u}{m(p-1)}\right] \varphi_m(z)\right\}.$$

» *Troisième cas :* $\varphi'(0) = 0$ et, plus généralement, les $p - 1$ premières dérivées de $\varphi(z)$ sont nulles pour $z = 0$. Posons

$$\frac{\varphi^p(0)}{p!} = P$$

(1) *Annales de l'École Normale supérieure*, 1884.

(2) *Thèse.*

(3) *Thèse.*

et supposons P positif dans le cas où p est impair :

$$\psi(u, z) = \lim \varphi_{-m}\left\{P^{\frac{p^u-1}{p-1}}[\varphi_m(z)]^{p^u}\right\}.$$

Dans ces expressions, m est un entier positif qu'on fait croître au delà de toute limite. Si z est pris dans la région R, elles définissent une fonction analytique des variables u et z, et pouvant être réelle quand u et z sont réelles; elles s'appliquent quand il y a convergence par la substitution directe; dans le cas contraire, on changerait le signe de m; dans tous les cas, on prend, parmi les déterminations de $\varphi_{-1}(z)$, celle qui s'annule pour $z = 0$.

» De ces trois formules on peut tirer des formules d'inversion exprimant u en fonction de z et de la valeur Z de l'itérée supposée donnée (z et Z doivent être pris dans la région R); ainsi de la relation (1) on tire

$$u = \frac{1}{\log \varphi'(0)} \lim \log \frac{\varphi_m(Z)}{\varphi_m(z)}.$$

Cette expression et la relation (1) se déduisent immédiatement des formules données par M. Kœnigs dans le cas où l'on a $|\varphi'(0)| < 1$. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le développement d'une fonction donnée suivant les fonctions harmoniques.* Note de M. **W. Stekloff**, présentée par M. E. Picard.

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* du 4 avril 1898, j'ai proposé une démonstration de la possibilité de développement d'une fonction donnée suivant les fonctions harmoniques de M. H. Poincaré. Comme cette démonstration, d'après la remarque de M. G. Lauricella, qui a donné dans les *Atti della R. Accademia di Torino* (Vol. XXXIII, 1898) quelques nouvelles recherches sur ce problème, peut donner lieu à quelques doutes, je me permets de reproduire ici une autre démonstration, simple et rigoureuse, d'un théorème un peu plus général.

» Pour plus de simplicité, je me bornerai au cas des fonctions

$$V_s (s = 1, 2, \ldots),$$

satisfaisant aux conditions

$$\Delta V_s + k_s V_s = 0 \quad \text{à l'intérieur d'un domaine (D)},$$
$$V_s = 0 \quad \text{à la frontière de (D)};$$

les k_s sont des nombres positifs et croissant indéfiniment avec s.

» Le théorème en question est le suivant :

» *La fonction f est développable en série procédant suivant les fonctions V_s, si elle est finie et continue avec ses dérivées de* DEUX *premiers ordres à l'intérieur de* (D), *et s'annule à la frontière.*

» Posons

$$R = f - \sum_{s=1}^{p} A_s V_s, \qquad A_s = \int f V_s \, d\tau,$$

f étant une fonction finie et continue à l'intérieur de (D) avec ses dérivées du premier ordre, $d\tau$ l'élément du domaine (D).

» La série

$$\upsilon = \upsilon_0 + \sum_{s=1}^{\infty} k^s \upsilon_s, \qquad \upsilon_0 = \int G R' \, d\tau', \qquad \upsilon_s = \int G \upsilon'_{s-1} \, d\tau' \quad (^1),$$

présentant l'intégrale de l'équation

$$\Delta\upsilon + k\upsilon + R = 0 \quad \text{à l'intérieur de (D)},$$

jointe à la condition

$$\upsilon = 0 \quad \text{à la frontière de (D)},$$

converge, pourvu que $|k| < k_p$ (voir les *Communications de la Société mathématique de Kharkow*, t. V ; 1896).

» En désignant par W_s les intégrales de M. Schwarz, on a

$$\frac{W_1}{W_0} < \frac{W_2}{W_1} < \ldots < \frac{W_{s+1}}{W_s} < \ldots,$$

$$\lim_{s=\infty} \frac{W_s}{W_{s+1}} > k_p.$$

Par conséquent,

$$\frac{W_0}{W_1} > k_p.$$

Cela posé, prenons l'égalité

$$\int \sum \frac{\partial R}{\partial x} \frac{\partial \upsilon_0}{\partial x} d\tau = -\int R \, \Delta\upsilon_0 \, d\tau = \int R^2 \, d\tau.$$

En employant l'inégalité de M. Bounjakowski (Schwarz), on peut écrire

$$\left(\int R^2 \, d\tau\right)^2 < \int \sum \left(\frac{\partial R}{\partial x}\right)^2 d\tau \int \sum \left(\frac{\partial \upsilon_0}{\partial x}\right)^2 d\tau$$

(1) G est la fonction de Green.

ou

$$\frac{\int R^2\,d\tau}{\int\sum\left(\frac{\partial v_0}{\partial x}\right)^2 d\tau} < \frac{\int\sum\left(\frac{\partial R}{\partial x}\right)^2 d\tau}{\int R^2\,d\tau} = \frac{V}{W}.$$

D'autre part,

$$\int\sum\left(\frac{\partial v_0}{\partial x}\right)^2 d\tau = -\int v_0\,\Delta v_0\,d\tau = \int R v_0\,d\tau,$$

$$K = \frac{\int\sum\left(\frac{\partial v_0}{\partial x}\right)^2 d\tau}{\int v_0^2\,d\tau} < \frac{\int R^2\,d\tau}{\int\sum\left(\frac{\partial v_0}{\partial x}\right)^2 d\tau}.$$

Donc

$$\frac{V}{W} > K.$$

» Mais

$$K > \frac{\int v_0^2\,d\tau}{\int\sum\left(\frac{\partial v_1}{\partial x}\right)^2 d\tau} = \frac{W_0}{W_1}.$$

» Par conséquent

$$\frac{V}{W} > k_p,$$

et, comme V est une fonction décroissante de p,

$$\lim_{p=\infty} W = 0.$$

» Donc

$$(1)\quad \int f^2\,d\tau = \sum_{s=1}^{\infty} A_s^2,\quad \int f\psi\,d\tau = \sum_{s=1}^{\infty} A_s A'_s,\quad A_s = \int f V_s\,d\tau,\quad A'_s = \int \psi V_s\,d\tau,$$

ψ étant une fonction *finie* et *intégrable* à l'intérieur de (D).

» *Soit f une fonction seulement finie et continue à l'intérieur de* (D). D'après le théorème connu de M. E. Picard on peut écrire

$$f = \sum_{s=1}^{\infty} P_s,$$

P_s étant des polynomes entiers en x, y, z.

» Cette égalité nous donne

$$\int f^2\,d\tau = \sum_{r,s=1,2,\ldots,\infty} \int P_r P_s\,d\tau,$$

d'où [d'après (1)]

$$\int f^2\,d\tau = \sum_{r,s}\sum_{i=1}^{\infty} A_{ri}A_{si}, \qquad A_{ri} = \int P_r V_i\,d\tau, \qquad A_{si} = \int P_s V_i\,d\tau,$$

et, comme cette série converge absolument,

$$\int f^2\,d\tau = \sum_{i=1}^{\infty}\sum_{r,s} A_{ri}A_{si} = \sum_{s=1}^{\infty} A_s^2. \tag{2}$$

» Supposons que f admet les dérivées de deux premiers ordres et posons

$$u = f + \int G\Delta f'\,d\tau'.$$

» Nous aurons [d'après (2)]

$$\int u^2\,d\tau = \int f^2\,d\tau - \sum_{s=1}^{\infty} A_s^2 = 0,$$

c'est-à-dire

$$f + \int G\Delta f'\,d\tau' = 0.$$

» Il importe de remarquer que *cette égalité a lieu sans supposer l'existence des dérivées du premier ordre de la fonction* $\Delta f'$ *et de la limite supérieure des intégrales* $\int \left|\frac{\partial G}{\partial x}\right| d\tau'$ *etc.*

» En employant ensuite les mêmes raisonnements que dans ma Note : *Sur un problème, etc.* (*Comptes rendus*, 4 avril 1898), nous démontrerons le théoréme indiqué plus haut.

» On peut aussi sans aucune difficulté et de la même manière démontrer le théorème suivant :

» *La fonction f est développable en série absolument convergente procédant suivant les fonctions V_s satisfaisant aux conditions :*

$$\Delta V_s + k_s V_s = 0 \quad \textit{à l'intérieur de } (D),$$

$$\frac{\partial V_s}{\partial n} + h\,V_s = 0 \quad \textit{à la frontière},$$

si elle est finie et continue à l'intérieur de (D) *avec ses dérivées de* DEUX *premiers ordres et satisfait à l'équation du rayonnement à la frontière.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le prolongement des fonctions analytiques.* Note de M. ÉMILE BOREL, présentée par M. E. Picard.

« Les intéressantes remarques développées par M. Picard dans la dernière séance me fournissent une occasion de préciser le point de vue auquel, à mon avis, on doit se placer, pour généraliser la définition du prolongement analytique due à Weierstrass.

» L'importance de la définition de Weierstrass est due surtout à ce que le prolongement, quand il existe, est unique; mais il y a des cas où il n'existe pas : la fonction a une limite naturelle. Il ne semble guère possible d'espérer définir, *dans tous les cas,* un prolongement satisfaisant à ces conditions; mais ce n'est nullement nécessaire pour généraliser la définition de Weierstrass; il suffit que l'on puisse donner une définition du prolongement, *valable dans des cas plus étendus que celle de Weierstrass*, et ayant la même propriété essentielle. Il y aura d'ailleurs des cas où la nouvelle définition ne fournira aucun prolongement; dans ces cas, on continuera à dire que la fonction a une limite naturelle, jusqu'à ce qu'une nouvelle extension de la notion de prolongement permette de franchir cette limite. Chaque nouvelle extension devra d'ailleurs, bien entendu, non seulement fournir un résultat unique, c'est-à-dire ne pas être en contradiction avec elle-même, mais encore ne pas être en contradiction avec les définitions précédemment admises.

» J'ai développé, dans ma Thèse et dans mes Leçons sur la théorie des fonctions, diverses considérations relatives, en particulier, à la continuité de certaines expressions analytiques, sur des courbes au voisinage desquelles leurs singularités sont denses, considérations qui seront peut-être de quelque utilité pour l'étude du problème que nous venons de poser. J'ai aussi indiqué dans ma Thèse une extension, assurément bien particulière, de la notion de prolongement analytique, extension qui satisfait aux conditions indiquées plus haut. M. Fabry, en se plaçant au même point de vue, a obtenu récemment une extension plus considérable de cette notion. Mais j'insiste, encore une fois, sur ce fait, qu'à mon avis on doit se proposer essentiellement de rendre le problème *déterminé,* quitte à se restreindre à des catégories relativement peu étendues de fonctions.

» Il ne semble pas douteux, en effet, que, malgré toutes ces extensions, le prolongement ne reste impossible, *en général,* si l'on donne à ces mots

le sens que j'ai précisé dans ma Note du 14 décembre 1896. En effet, lorsqu'une fonction analytique admet un point singulier, on doit évidemment regarder comme le cas *général* celui où la fonction n'est pas uniforme autour de ce point. Considérons maintenant un ensemble dénombrable de points singuliers, dense sur une ligne; si chacun d'eux est un point de non-uniformité, il semble que la définition du prolongement échappe complètement, sauf dans le cas particulier indiqué par M. Fabry à la fin de sa Note du 9 janvier, et dans quelques cas analogues. Dans tous les cas, le prolongement est alors possible d'une infinité de manières (la fonction ayant une infinité de branches) et de nouvelles considérations paraissent nécessaires pour poser nettement la question. Remarquons cependant qu'ici l'existence d'une infinité de prolongements (relatifs à des chemins différents) ne conduit à aucune contradiction.

» Indiquons, en terminant, qu'étant donnée une équation différentielle à coefficients analytiques uniformes dans tout le plan, si on la considère uniquement dans le champ des variables réelles, il peut arriver qu'une intégrale y soit définie d'une manière unique par certaines conditions initiales, et par la condition d'être continue, ainsi que ses dérivées, dans un intervalle $\alpha\beta$, bien que cet intervalle $\alpha\beta$ renferme un point singulier ξ de la fonction analytique y. Mais l'extension qu'il est nécessaire de donner à cette remarque, pour pouvoir l'appliquer utilement au problème ici posé, paraît exiger une généralisation de la notion de continuité, analogue à la généralisation que j'ai donnée ailleurs de la notion de limite; aussi me contenterai-je de ces brèves indications. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les systèmes orthogonaux.* Note de M. A. PELLET, présentée par M. Hermite.

« 1. Soit $f(x_1, x_2, \ldots, x_n) = 0$ l'équation d'une surface dans l'espace à n dimensions. Si l'on transporte l'origine en un point ordinaire de cette surface, cette équation devient

$$f_1 + \frac{1}{2}f_2 + \frac{1}{6}f_3 + \ldots + \frac{1}{1.2\ldots i}f_i + \ldots = 0,$$

f_i désignant un polynome entier, homogène et de degré i en $h_1, h_2, \ldots, h_n$ nouvelles coordonnées.

» Les surfaces homofocales à la surface du second degré

$$af_1 + bf_2 + c(h_1^2 + h_2^2 + \ldots + h_n^2) = 0,$$

a, b, c étant des constantes arbitraires, qui passent par la nouvelle origine, ont pour normales les directions principales de la surface considérée en ce point. Ce sont les axes des ξ_1, ξ_1. ..., ξ_{n-1} de ma Note du 22 courant, l'axe des ζ étant la normale à la surface $f = 0$. Exprimons les quantités h en fonction des ξ, en supposant $\zeta = 0$, puis substituons dans f_3; on obtient, en annulant les coefficients des termes contenant trois des quantités ξ, les conditions pour que la surface $f = 0$ admette des lignes de courbure coordonnées. Cette méthode conduit aux formules de M. Darboux (*Leçons sur les systèmes orthogonaux*).

2. Désignons par λ_j une des n racines de l'équation

$$\sum_i \frac{x_i^2}{A_i^{-1} x_i^{2-m} - \lambda} = 1,$$

les lettres A représentant des constantes; par α l'infini ou 0, suivant que m est compris entre 1 et 2 ou en dehors de ces limites; les n intégrales

$$\int_\alpha^{\lambda_j} \lambda^{\frac{2}{m-2}} \left(\sum_i \frac{x_i^2}{A_i^{-1} x_i^{2-m} - \lambda} - 1 \right) d\lambda,$$

égalées à des constantes, forment un système orthogonal, dont ces constantes sont les paramètres. Ce système comprend la surface

$$\sum_i A_i x_i^m = 1;$$

pour un point de cette surface une des quantités λ_j est nulle et l'intégrale correspondante illusoire. On formera d'une manière analogue un système orthogonal comprenant la surface

$$\sum_{i=1}^{i=n+2} A_i y_i^m = 0,$$

les $n+2$ équations $y_1 = 0$, $y_2 = 0$, ..., $y_{n+2} = 0$ représentant $n+2$ sphères orthogonales deux à deux. »

GÉOMÉTRIE. — *Surfaces doublement cylindrées et surfaces isothermiques.* Note de M. L. Raffy, présentée par M. G. Darboux.

« Si une surface présente un réseau conjugué (u, v) tel que les plans osculateurs, menés aux courbes $v = \text{const.}$ en tous les points de chaque

ligne $u = \text{const.}$, soient parallèles à une direction fixe (U_1, U_2, U_3), je dirai que la famille $u = \text{const.}$ est *cylindrée*. (On sait que toute famille de lignes de courbure *planes* est cylindrée.) Si la même propriété appartient aux deux familles du réseau, on dira que la surface est *doublement cylindrée* : telles sont, par exemple, les surfaces de translation, et d'autres, dépendant d'un plus grand nombre de fonctions arbitraires. Je reviendrai sans doute sur la théorie générale de ces surfaces, qui me paraît mériter d'être développée. Je m'attacherai dans cette Note aux surfaces *doublement cylindrées suivant leurs lignes de courbure*.

» Si l'on représente leur élément linéaire par $E\,du^2 + G\,dv^2$ et qu'on pose $A = E'_v : 2E$, $B = G'_u : 2G$, la double propriété en question sera exprimée par neuf relations dont nous écrirons trois seulement

$$(1) \qquad x''_{uv} = Ax'_u + Bx'_v, \qquad x''_{u^2} = lx'_u + mU_1, \qquad x''_{v^2} = \lambda x'_v + \mu V_1.$$

» En exprimant les conditions d'intégrabilité de ce système, on trouve, abstraction faite de certaines solutions particulières évidentes (surfaces moulures, etc.),

$$l = B + \frac{B'_u}{B}, \qquad l'_v = AB + A'_u, \qquad m = \sqrt{E}\,\Upsilon(u);$$
$$\lambda = A + \frac{A'_v}{A}, \qquad \lambda'_u = AB + B'_v, \qquad \mu = \sqrt{G}\,W(v).$$

» Ainsi les fonctions E et G ne sont assujetties qu'à vérifier deux équations aux dérivées partielles du troisième ordre

$$(2) \qquad AB + A'_u = B'_v + \frac{\partial^2 \log B}{\partial u\,\partial v}, \qquad AB + B'_v = A'_u + \frac{\partial^2 \log A}{\partial u\,\partial v}$$

qu'il faut d'abord intégrer. En les combinant par voie d'addition et de soustraction, on obtient, par l'intermédiaire d'une équation de Liouville,

$$AB = \frac{U'V'}{(U+V)^2}, \qquad E = f(u)\sigma'_u, \qquad G = \varphi(v)\sigma'_v;$$

la fonction auxiliaire σ doit vérifier l'équation

$$\frac{\sigma''^2_{uv}}{\sigma'_u\sigma'_v} = \frac{4U'V'}{(U+V)^2},$$

l'une de celles du type $s^2 = kpq$ qui ont été intégrées par M. Goursat (*Bull. Soc. mathém. de France*, t. XXV, p. 44). On a par suite E et G

$$\frac{E}{(U+V)^2} = \frac{f(u)}{U'}\left(\frac{\partial}{\partial u}\frac{U_0+V_0}{U+V}\right)^2, \qquad \frac{G}{(U+V)^2} = \frac{\varphi(v)}{V'}\left(\frac{\partial}{\partial v}\frac{U_0+V_0}{U+V}\right)^2;$$

dans ces expressions, f, U_0 et U sont des fonctions arbitraires de u; φ, V_0 et V des fonctions arbitraires de v.

» Connaissant la forme analytique de l'élément linéaire, on peut, au moyen des équations (1), trouver les expressions des coordonnées x, y, z. On déduit en effet de ces équations la condition $\Sigma U_i V_i = 0$ qui exprime que les deux cylindres qui correspondent à deux lignes de courbure ont leurs génératrices rectangulaires. D'autre part on déduit aussi des équations (1) les quatre suivantes

$$\sum U_1 x = \chi(u) - \frac{\sqrt{E}}{Y}, \qquad \sum U_1 x'_u = \left(A - B - \frac{B'_u}{B}\right)\frac{\sqrt{E}}{Y},$$
$$\sum V_1 x = \psi(v) - \frac{\sqrt{G}}{W}, \qquad \sum V_1 x'_v = \left(B - A - \frac{A'_v}{A}\right)\frac{\sqrt{G}}{W},$$

qui équivalent visiblement aux équations de quatre plans à l'intersection desquels se trouve chaque point de la surface. La condition pour que ces plans concourent est considérablement simplifiée par l'identité $\Sigma U_i V_i = 0$, qui permet de prendre $U_1 = U_2 = 0$, $U_3 = 1$, $V_1 = \cos\omega(v)$, $V_2 = \sin\omega(v)$, $V_3 = 0$. Mais je dois borner ces indications sur la marche du calcul.

» Le cas des surfaces *isothermiques*, doublement cylindrées suivant leurs lignes de courbure, présente un intérêt particulier. Si l'on pose

$$E = G = e^{2h},$$

on reconnaît que le système (2) admet les trois solutions

$$e^h = (U + V)^{-1}, \qquad e^h = U + V, \qquad e^h = \frac{U - V}{U + V}.$$

» La première correspond aux surfaces, déterminées par Ossian Bonnet, qui admettent pour lignes de courbure deux familles de cercles géodésiques : ce sont des surfaces de Joachimsthal. Or toutes les surfaces de Joachimsthal sont, comme il est visible, doublement cylindrées suivant leurs lignes de courbure.

» On peut, sans calcul, définir les surfaces qui correspondent à la solution $e^h = U + V$; car il est aisé de démontrer que, si une surface isothermique admet *une* famille de lignes de courbure *cylindrée,* la même propriété appartient à la surface isothermique qui lui correspond *géographiquement* en vertu du théorème de Christoffel. Or les surfaces actuelles sont précisément celles qui correspondent géographiquement aux précédentes.

» Ces deux premières classes de surfaces dépendent d'une fonction arbi-

traire d'un des arguments u et v. La dernière ne dépend que de constantes arbitraires. Les surfaces qui la composent se correspondent géographiquement deux à deux, par le changement de V en — V. »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les surfaces à courbure totale constante.* Note de M. **Tzitzéica**, présentée par M. Darboux.

« M. Guichard a considéré une classe remarquable de congruences dont les développables découpent sur les surfaces focales leurs lignes de courbure.

» Soit M le milieu des foyers F_1 et F_2 d'un rayon d'une congruence de cette espèce; le point M décrit une surface S qui correspond avec orthogonalité des éléments à une surface à courbure totale constante. Désignons par Mf_1 et Mf_2 les tangentes aux courbes du réseau déterminé sur S par les développables de la congruence considérée, f_1 et f_2 étant en dehors de M les foyers des congruences décrites par Mf_1 et Mf_2.

» Il est aisé de voir qu'en disposant convenablement des notations les tangentes aux lignes de courbure de la surface engendrée par le point F_1 sont F_1F_2 et F_1f_1; de même pour F_2, ce sont F_2F_1 et F_2f_2. Cela étant, on peut démontrer géométriquement ou par le calcul que Mf_1 est l'axe d'un cercle Γ_1 qui passe par F_1 et qui décrit un système cyclique; de même, le cercle Γ_2 ayant Mf_2 pour axe et passant par F_2 décrit un autre système cyclique.

» Parmi les plans perpendiculaires à F_1F_2 on sait qu'il y en a ∞^1 qui enveloppent des surfaces de M. Voss (sur lesquelles il y a un réseau conjugué composé de lignes géodésiques). Ces plans contiennent d'ailleurs les cercles ayant F_1F_2 pour axe et décrivant des systèmes cycliques. D'après un théorème de M. Cosserat les points de contact de ces plans avec leurs enveloppes se trouvent sur une même droite Δ.

» Considérons maintenant la sphère de centre M et de rayon MF_1. La corde de contact de cette sphère avec son enveloppe est, comme nous l'avons montré dans une Communication antérieure (*Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 167), précisément cette droite Δ; elle décrit une congruence dont les plans focaux se confondent avec les plans des cercles Γ_1 et Γ_2. Il en résulte que les développables de la congruence formée par les droites Δ découpent sur ses surfaces focales des réseaux conjugués que M. Guichard appelle *cycliques*. »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les lignes de courbure de certaines surfaces.* Note de M. **Blutel**, présentée par M. Darboux.

« Considérons une surface S dont les lignes de première courbure C et les lignes de seconde courbure C′ sont définies respectivement par les équations $v =$ const. et $u =$ const., l'élément linéaire de la représentation sphérique étant ramené à la forme habituelle

$$ds^2 = q^2\,du^2 + p_1^2\,dv^2.$$

» Nous appelons *sphères de première courbure* σ, et *sphères de seconde courbure* σ' les deux sphères principales relatives à un point quelconque M de la surface S. Lorsque les sphères σ' relatives à tous les points d'une ligne C coupent un même plan Π ou une même sphère Σ qui dépend uniquement du paramètre v sous un angle θ dépendant, lui aussi, de ce seul paramètre, nous disons, pour abréger le langage, que *les sphères* σ' *coupent le plan* Π *ou la sphère* Σ *sous un angle constant.*

» Les surfaces à lignes de courbure plane possèdent évidemment cette propriété, car les sphères tangentes à S en tous les points d'une courbe plane C coupent son plan Π sous un angle constant; on sait de plus que les centres de seconde courbure se trouvent alors dans un plan fixe Π_1 auquel les sphères σ' sont orthogonales, de sorte que ces mêmes sphères coupent sous un angle constant tous les plans du faisceau (Π, Π_1).

» D'autre part, nous avons montré (*Comptes rendus,* t. CXXII, p. 301) que, si S est à lignes de première courbure sphériques, le rayon de seconde courbure, en un point M qui décrit une courbe C, varie proportionnellement à la distance du centre de seconde courbure à un plan fixe Π; c'est, sous une autre forme, l'énoncé de la propriété dont il s'agit. De plus, toutes les sphères tangentes à S aux différents points de C coupent la sphère Σ qui contient C sous un angle constant, de sorte que les sphères σ' coupent sous un angle constant toutes les sphères du faisceau (Π, Σ).

» Enfin, plus généralement, si l'on considère toutes les surfaces qui ont même image sphérique qu'une surface à lignes de courbure sphériques, il résulte (*loc. cit.*) que les sphères σ' coupent un plan Π sous un angle constant.

» Nous sommes donc amenés à l'étude des surfaces qui possèdent la propriété générale signalée plus haut.

» Soit

$$(1)\qquad V(x^2+y^2+z^2)+2V_1x+2V_2y+2V_3z+2V_4=0$$

l'équation de la sphère Σ (V_i désignant une fonction de v, et $V=0$ remplaçant la sphère par un plan); soient x, y, z les coordonnées du point M, c, c', c'' les cosinus directeurs de la normale, R et R' les rayons de courbure principaux en ce point.

» La propriété énoncée se traduit par l'équation

$$(2)\qquad V^2R'^2-2VV_5R'+V_1^2+V_2^2+V_3^2-2VV_4=S[V(x+R'c)+V_1]^2,$$

en posant

$$(3)\qquad V_5^2=(V_1^2+V_2^2+V_3^2-2VV_4)\cos^2\theta.$$

» Différentions par rapport à u, nous aurons

$$[V_5+S(Vx+V_1)c]\frac{\partial R'}{\partial u}+(R'-R)S(Vx+V_1)\frac{\partial c}{\partial u}=0$$

et, à cause de

$$\frac{\partial R'}{\partial u}=-\frac{1}{p_1}\frac{\partial p_4}{\partial u}(R'-R),$$

nous pourrons éliminer R et R'; nous obtiendrons une équation qui s'intègre de suite et fournit

$$(4)\qquad V_6p_1=VScx+V_1c+V_2c'+V_3c''+V_5$$

en désignant par V_6 une nouvelle fonction de v introduite par l'intégration.

» Inversement, nous pourrons passer de la relation (4) à la relation (2).

» Nous pourrons retrouver les cas particuliers déjà indiqués.

» $V=0$ donne une relation qui dépend seulement de la représentation sphérique et fournit la dernière catégorie des surfaces signalées plus haut.

» $V_6=0$ fournit évidemment des surfaces à lignes de courbure sphériques; car la relation (4) exprime alors que la projection du rayon MO (O désignant le centre de la sphère Σ) sur la normale en M a une grandeur constante.

» $V=V_6=0$ fournit les surfaces à lignes de courbure planes.

» $V_5=0$ correspond au cas où la sphère Σ est coupée orthogonale-

ment et si, en même temps, $V = 0$, le centre de σ' décrit une courbe plane.

» Nous indiquerons encore la question suivante dont l'étude complète est trop longue pour être exposée ici : peut-on réaliser la propriété signalée pour les sphères σ' de plusieurs manières? Dans cette hypothèse, nous obtenons deux relations (4) distinctes, ce qui permet d'en déduire une pour laquelle $V_6 = 0$; nous retombons alors sur les surfaces à lignes de courbure sphériques si V n'est pas nul, et à lignes de courbure planes si $V = 0$. Ces deux catégories de surfaces sont donc les seules pour lesquelles les sphères σ' coupent sous des angles constants les sphères ou les plans d'un faisceau.

» Enfin, nous mentionnerons, sans insister davantage ici, les surfaces pour lesquelles les sphères σ possèdent la même propriété que les sphères σ', ainsi que l'application de la transformation de Lie aux surfaces générales S qui possèdent ce caractère. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur les courbes de traction.* Note de M. **H. Bouasse**, présentée par M. Mascart.

« J'ai étudié les courbes de traction lorsque la charge varie proportionnellement au temps. Les expériences ont porté sur des fils de cuivre raidis par des passages à la filière, puis recuits vers 200° pendant des temps variant de zéro à cent heures. Soient, à chaque instant, p, la charge; l_0, la longueur initiale; l, la longueur ramenée à charge nulle, c'est-à-dire déduction faite de l'allongement temporaire; p_0, l_1, des constantes : les courbes obtenues se représentent bien par la forme

$$p = p_0 + A\sqrt{\log\frac{l}{l_0} - \frac{l - l_0}{l_1}}.$$

» Jusqu'à la charge p_0, il n'y a pas d'allongement permanent sensible. La constante p_0 diminue quand le recuit augmente. La rupture se fait pour $l < l_1$ et d'autant plus près de l_1 que le fil est plus homogène; l_1 augmente avec le recuit. Si p_1 est la charge calculée par la formule précédente pour $l = l_1$, charge peu différente de celle de rupture, $p_1 l_1$ est sensiblement constant pour des fils inégalement recuits.

» Voici, à titre d'exemple, le calcul d'une courbe pour un fil très recuit :

$$l_0 = 100, \quad p_0 = 38, \quad \log A = 4,17898, \quad l_1 = 129.$$

» Le fil a cassé pour $l = 127,8$; p est compté en unités arbitraires; le fil avait sensiblement $0^{mm},4$ de diamètre.

	p (expérience).	p (calcul).		p (expérience).	p (calcul).
l = 101,8	130	132	l = 115,8	274	272
103,8	170	171	117,8	281	280
105,8	197	199	119,8	286	286
107,8	221	220	121,8	291	291
109,8	239	237	123,8	293	294
111,8	253	251	125,8	296	296
113,8	264	263	127,8	297	297

» Je développerai, dans un Mémoire qui paraîtra prochainement dans les *Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse,* l'interprétation très simple de cette formule et les diverses conséquences qu'on en tire. J'y étudie, en particulier : 1° les transformations irréversibles que subit le métal le long de la courbe de traction, par la détermination de ses propriétés en chaque point et spécialement de ses constantes élastiques et de son coefficient *apparent* de Poisson; 2° les modifications des courbes de traction suivant la manière continue ou discontinue dont se produit la charge; 3° l'action d'un couple constant imposé pendant la traction. »

PHYSIQUE. — *Sur la torsion permanente et le point de récalescence de l'acier.* Note de M. G. **Moreau**, présentée par M. J. Violle.

« Dans une Note précédente [1], j'ai indiqué un moyen précis pour étudier la torsion résiduelle T_r d'un fil métallique magnétique, tordu de T degrés à partir de l'état naturel; après l'avoir tordu de T degrés, il suffit de le détordre lentement et de mesurer, au fur et à mesure, la torsion magnétique temporaire qu'un champ longitudinal lui communique. Celle-ci diminue graduellement et s'annule quand la torsion restante est la torsion permanente.

» J'ai étudié avec différents fils d'un même acier (cordes de piano) la loi qui relie T_r à T. Voici les résultats observés avec un fil de $0^{cm},06$ de diamètre :

T.	T_r.	T.	T_r.
circ	circ	circ	circ
0,04	0,003	0,160	0,072
0,06	0,007	0,226	0,136
0,08	0,012	0,280	0,188
0,093	0,017	0,360	0,268
0,113	0,031	0,460	0,368
0,133	0,048	0,500	0,408

[1] *Comptes rendus,* 7 février 1898.

» Les torsions sont exprimées en circonférences et rapportées à 1^{cm} de longueur du fil.

» Ces nombres montrent qu'à partir d'une certaine torsion (0^{circ},160 ou 58° par centimètre) la torsion permanente varie proportionnellement à la torsion initiale T. En outre, si l'on compare entre eux les résultats relatifs à des fils de diamètres différents, on trouve que la différence $T - T_r$ est inversement proportionnelle au diamètre, c'est-à-dire que, pour une torsion initiale T suffisamment grande, on peut écrire

$$T_r = T - \frac{k}{d}.$$

» Les lois relatives à l'acier sont donc analogues à celles du fer doux. La seule différence est que la torsion permanente apparaît beaucoup plus tard chez l'acier (k égale 0,00546 pour l'acier étudié, il est six fois plus grand que pour le fer).

» J'ai cherché si la constante k ne pourrait pas caractériser l'état moléculaire d'un acier trempé et recuit. J'ai trouvé qu'elle variait très rapidement au voisinage du point de récalescence et du point de trempe maxima et qu'elle fournissait ainsi un nouveau procédé pour fixer exactement ces deux points.

» I. Une corde d'acier, primitivement trempée, a été recuite au courant électrique à des températures croissantes t et refroidie très lentement à l'air. J'ai déterminé, après chaque opération la valeur de k :

t...	20°	100°	290°	550°	650°	690°	710°	720°	850°	1000°
k...	0,0056	0,0056	0,0056	0,0042	0,0030	0,0024	0,0021	0,00175	0,0018	0,0018

» k conserve sa valeur initiale 0,0056 jusqu'à la température du premier recuit, diminue jusqu'au point de récalescence (715°) et reste ensuite constant.

» II. Une corde d'acier, chauffée primitivement à 1000°, est trempée, à des températures décroissantes t, dans l'huile à 20°. Elle est recuite ensuite à 440° :

t.........	1000°	820°	780°	750°	740°	690°	540°	20°
k.........	0,0034	0,0033	0,0033	0,00315	0,0030	0,0015	0,0016	0,0016

» Tant que la température de trempe est supérieure à 780°, k ne change pas. De 780° à 710°, il diminue brusquement et conserve ensuite une valeur constante.

» Avec les résultats précédents, on peut tracer deux courbes en t et k. Elles se coupent au point de récalescence et le déterminent très exactement. La courbe des observations du second Tableau donne la température de trempe maxima au premier point où k n'augmente plus avec t. J'ai

obtenu pour l'acier des cordes de piano, comme moyennes de plusieurs séries d'observations, 715° pour la température de récalescence et 775° pour la température de trempe maxima.

» Dans ces expériences, la température a été évaluée en mesurant la résistance du fil. J'avais préalablement déterminé la courbe qui donne la résistance en fonction de la température, en chauffant les fils d'acier dans un tube de porcelaine avec un couple Le Chatelier. Elle présente, vers 710° et 850°, des changements brusques d'allure qui ont été indiqués antérieurement par M. Le Chatelier ([1]). L'accord qui existe entre les nombres obtenus pour la température de récalescence par les deux méthodes justifie le procédé de la torsion résiduelle pour ce genre de recherches. La différence observée entre la température maximum de trempe (775°) et le second point critique de l'acier (850°) indiqué par l'étude des résistances ne doit pas surprendre, puisque la première température dépend essentiellement de la constitution de l'acier, tandis que la seconde, qui caractérise le point de transformation du fer, est indépendante de la teneur en carbone et silicium, ainsi que l'a démontré M. Le Chatelier. »

PHYSIQUE. — *Biréfringence produite par le champ magnétique, liée au phénomène de Zeeman* ([2]). Note de M. **A. Cotton**, présentée par M. J. Violle.

« Dans une Note précédente ([3]), j'ai décrit une expérience dérivant de celle de M. A. Righi ([4]) et permettant de constater, *dans une direction perpendiculaire aux lignes de force*, le changement produit par le magnétisme dans les propriétés optiques de la vapeur de sodium et de l'hypoazotide : une flamme au sodium, par exemple, placée entre les armatures d'un électro-aimant, est traversée par un faisceau intense de lumière blanche. Cette flamme est comprise entre deux nicols à l'extinction dont les sections principales sont à 45° des lignes du force.

» I. J'ai étudié depuis, avec un réseau de Rowland, la lumière qui

---

([1]) Séances de la Société française de Physique (1891).
([2]) Laboratoire de Physique de la Faculté des Sciences de Toulouse.
([3]) *Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 953. Erratum, p. 1256 (5 et 26 décembre 1898).
([4]) *Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 226 (25 juillet 1898); t. CXXVIII, p. 45 (2 janvier 1899).

réapparaît, dans ces conditions, par l'action du champ. Cette étude m'a montré que l'explication donnée précédemment est exacte, sinon complète : pour chacune des raies nouvelles créées par le magnétisme, la flamme n'absorbe dans le faisceau de lumière blanche que les vibrations identiques à celles qu'elle émet elle-même.

» Lorsqu'on opère en effet avec une flamme donnant des raies étroites, lorsque le champ est suffisant pour séparer les unes des autres les raies nouvelles qu'il produit, lorsque, enfin, l'arc est disposé de manière que son spectre ne renferme pas lui-même les raies D renversées : on voit apparaître par l'action du champ des raies brillantes occupant la place de celles, bien plus pâles, que la flamme émet elle-même. La disposition de ces raies est conforme aux résultats de l'étude, faite par M. Cornu, des raies directes d'émission. Ainsi la raie D_2 apparaît comme un *triplet*, la composante centrale présentant parfois une légère trace de dédoublement. Au contraire, la raie D_1 apparaît comme un doublet, les composantes latérales du quadruplet de M. Cornu n'étant pas séparées avec le champ (qui ne dépassait guère 10000 C.G.S.) et l'appareil dispersif employé. Ces résultats sont aussi d'accord avec ceux que fournit l'examen des raies renversées, fait avec un seul nicol laissant passer les vibrations soit parallèles, soit perpendiculaires au champ.

» Les apparences se modifient lorsque la flamme, plus riche en sodium, donne de *très larges* raies d'absorption. L'action du champ fait apparaître seulement pour chacune des raies D un *doublet large* formé de deux composantes brillantes à bords extérieurs diffus. *Ces composantes sont très écartées, leur distance pour la raie* D_2 *peut atteindre le quart de la distance des deux raies*. Je pouvais encore m'expliquer ce résultat : les raies nouvelles émises par la flamme sont très larges, elles aussi, et empiètent les unes sur les autres. L'absorption dans la partie centrale s'exerce à la fois sur les deux sortes de vibrations, de sorte que l'action du champ ne fait apparaître que les bords extérieurs des composantes latérales.

» Le doublet se rétrécit lorsqu'on diminue le champ magnétique; mais, avec un champ faible, pour lequel le phénomène de Zeeman est peu sensible, la largeur de chacune des composantes reste toujours notable. Cette particularité m'a conduit à rechercher quelle était la polarisation du faisceau sortant de ces flammes *riches en sodium*.

» II. J'ai alors muni l'analyseur d'un *quart d'onde* (pour la lumière de la soude), et j'ai orienté l'analyseur elliptique ainsi obtenu de manière à arrêter complètement une vibration elliptique ayant son grand axe dirigé suivant la vibration incidente. Le spectre continu réapparaît alors avec les deux raies D renversées et larges. Le champ (10000 C.G.S.) étant établi, ces deux raies s'élargissent et leurs bords prennent un aspect dissymétrique. D'un côté de D_2 apparaît une frange brillante, puis une frange noire, tandis que l'autre bord devient brillant. La raie D_1 présente le même aspect,

mais la frange noire en est plus rapprochée. L'analyseur étant *circulaire*, on voit encore, mais tout près des raies, une frange noire très fine qui ne s'efface plus lorsqu'on tourne l'analyseur. Cette frange passe de l'autre côté de la raie quand on change le sens de l'analyseur, ou bien quand on tourne le polariseur d'un angle droit.

» Si le champ est faible, cette polarisation circulaire ne s'observe plus, mais on reconnaît, comme précédemment, la présence de vibrations elliptiques, droites ou gauches, très aplaties.

» Les vibrations sortant de la flamme, dont la période est voisine de celles d'une raie, sont donc devenues elliptiques, *droites* d'un côté de la raie, *gauches* de l'autre côté. Si l'on examine ce sens, on trouve la règle suivante : *Pour les radiations plus réfrangibles que l'une des raies* D, *la composante perpendiculaire au champ d'une vibration incidente est en avance par rapport à l'autre. L'inverse a lieu pour les radiations moins réfrangibles, c'est-à-dire de l'autre côté de la même raie.*

» La différence de marche croît à mesure qu'on se rapproche de la raie, près de laquelle elle peut dépasser un quart d'onde. Pour une radiation déterminée, elle croît naturellement avec l'épaisseur de la flamme et sa richesse: *mais il ne faudrait pas croire que l'on puisse augmenter ainsi, à son gré, les différences de marche observables,* parce qu'on augmente en même temps la largeur de la raie d'absorption.

» III. J'avais obtenu ces résultats lorsque j'ai eu connaissance, par les dernières Notes de M. Righi et de M. Becquerel (¹), du travail de M. Voigt, qui avait prévu et mis déjà en évidence cette biréfringence à l'aide du compensateur de Babinet. Je crois devoir néanmoins citer les expériences précédentes, parce qu'elles permettent de préciser les propriétés nouvelles acquises par la flamme dans le champ : pour les radiations ayant la période des raies émises par la flamme, elle se comporte comme une tourmaline dont l'axe serait parallèle ou perpendiculaire aux lignes de force; pour les radiations quelque peu distantes de ces raies, elle se comporte comme un cristal qui aurait une dispersion de double réfraction anomale et dont le signe ne serait pas le même dans tout le spectre; enfin pour les radiations tout à fait voisines des raies, le dichroïsme de ce cristal commencerait à se faire sentir, se traduisant par un changement et une déformation progressive des vibrations elliptiques observées.

» Il y a donc bien, dans l'expérience faite sans spectroscope avec deux

---

(¹) Righi, *loc. cit.* — H. Becquerel, *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 145 (16 janvier 1899).

nicols croisés, superposition de deux effets, dont l'importance relative varie suivant la richesse de la flamme et la valeur du champ; il en est de même que dans l'expérience de M. Righi faite suivant les lignes de force, où il y a aussi à considérer et la différence d'absorption et la différence de marche des deux vibrations circulaires inverses. Les valeurs que l'on peut observer pour cette dernière sont bien plus considérables que dans le cas actuel (puisqu'on peut observer, par exemple, des rotations de 315° dans l'expérience de MM. Macaluso et Corbino). On s'explique ainsi que l'expérience faite perpendiculairement au champ exige un champ plus intense.

» En revanche, elle paraît plus décisive pour déceler l'effet Zeeman, parce que la polarisation rotatoire magnétique est un phénomène constant, s'observant même avec les corps transparents. Avec ces corps, au contraire, la biréfringence magnétique ne se présente pas : je l'avais recherchée autrefois dans différents liquides, en employant un appareil très sensible.

» Cette biréfringence est liée au phénomène de Zeeman, et les faits précédents sont d'accord avec l'explication que vient d'en donner M. Becquerel : les vibrations parallèles et perpendiculaires au champ, ayant des maxima d'absorption distincts, ont des courbes de dispersion anomale distinctes. De même, le sens des rotations et l'allure particulière de la courbe de dispersion rotatoire, dans l'expérience de MM. Macaluso et Corbino, peuvent être prévus par la simple considération des deux vibrations circulaires inverses. »

PHYSIQUE. — *Sur la transparence des corps opaques pour les radiations lumineuses de grande longueur d'onde.* Note de M. **Gustave Le Bon**, présentée par M. Poincaré.

« En poursuivant mes recherches sur les radiations de nature fort diverses que j'ai désignées jadis sous le nom de *lumière noire*, j'ai été conduit à constater que les corps réputés les plus opaques étaient au contraire très transparents pour des radiations de grande longueur d'onde et qu'il était possible, par des moyens très simples, d'arriver à photographier à la chambre noire, en quelques secondes, des objets renfermés dans des boîtes fort opaques. L'impossibilité de voir à travers les corps opaques ne tient donc qu'au défaut de sensibilité de l'œil.

» Il ne sera question, dans cette Note, que de corps opaques générale-

ment non conducteurs. Les métaux font subir à la lumière des transformations dont je n'ai pas terminé l'étude.

» Comme plaque sensible, j'ai utilisé des écrans de sulfure de zinc phosphorescent préparé par la méthode de Ch. Henry. L'image produite sur eux se fixe en appliquant l'écran contre une plaque photographique pendant une minute et développant cette dernière par les moyens ordinaires.

» On sait depuis longtemps que les radiations les moins réfrangibles du spectre détruisent l'action lumineuse produite sur les substances phosphorescentes par les rayons les plus réfrangibles. Ce phénomène est surtout facile à constater pour le sulfure de zinc. Son spectre d'illumination va depuis les environs de la raie G jusqu'au delà du violet avec un grand maximum autour de H. Son spectre d'extinction va de F jusque dans l'infra-rouge avec un maximum, variable suivant la source lumineuse, aux environs de $\lambda = 1^{\mu},5$. J'ai constaté que la sensibilité de l'écran sulfuré pour ce spectre d'extinction est au moins égale à la sensibilité des plaques photographiques pour la lumière ordinaire. C'est en utilisant cette sensibilité qu'il m'a été possible de mettre en évidence la transparence pour les radiations de grandes longueurs d'onde de corps considérés jusqu'ici comme très opaques.

» On peut opérer soit avec la chambre noire munie d'un objectif photographique; soit, comme pour la radiographie avec les rayons X, en appliquant directement l'écran de sulfure de zinc (1) contre la boîte opaque contenant l'objet à radiographier.

» La source lumineuse est une forte lampe à pétrole entièrement entourée de papier noir (2) ce qui fait que l'opérateur se trouve dans l'obscurité absolue.

» On sensibilise l'écran en l'exposant à la lumière du jour pendant une à deux secondes et on l'expose de suite dans le châssis photographique ou derrière le corps opaque éclairé par la lampe obscure. La transparence des divers corps opaques sera indiquée plus loin, mais comme indication générale on peut dire qu'en procédant par

---

(1) On peut obtenir des résultats analogues avec du sulfure de calcium, mais sa sensibilité est plus de 300 fois moindre que celle du sulfure de zinc. On peut aussi se servir de pellicules photographiques à grains très fins (*pellicules Thomas*) qu'on voile en les exposant une seconde à la lumière d'une bougie. Elles sont alors sensibles aux radiations de grandes longueurs et dévoilées proportionnellement à l'intensité de ces radiations. Elles donnent des images très nettes, mais leur sensibilité pour ces radiations est au moins 5000 fois moindre que celle du sulfure de zinc.

(2) Le papier noir est d'ailleurs inutile avec le sulfure de zinc, parce que les rayons visibles d'une lampe ne l'illuminent pas. Le papier noir n'est ajouté que pour rendre l'expérience plus démonstrative.

contact on obtiendra, en quatre ou cinq secondes, l'image d'un objet métallique, une décoration par exemple, enfermée dans une boîte en papier noir ou en ébonite, et qu'à la chambre noire, avec un objectif à portrait, il faudra environ deux minutes. Il en faudra un peu moins pour photographier une statuette éclairée par les rayons obscurs.

» L'image obtenue n'est visible que dans l'obscurité, mais on la transforme très facilement en cliché photographique en opérant comme il a été expliqué plus haut.

» Voici maintenant en opérant par contact, c'est-à-dire en interposant le corps opaque entre la lampe et l'écran de sulfure, le temps nécessaire pour obtenir l'image d'un objet, un disque métallique par exemple, appliqué sur l'autre face du corps opaque.

» Ébonite de 2^{mm} d'épaisseur, une seconde; ébonite de 1^{cm} d'épaisseur, dix secondes; lame de chlorure d'argent de 1^{mm} d'épaisseur, douze secondes; quatre feuilles de papier noir superposées, douze secondes; planche d'acajou de 5^{mm} d'épaisseur, quinze secondes; carton gris de 1^{mm} d'épaisseur, soixante-dix secondes; seize feuilles de papier rouge superposées, vingt-cinq secondes; polarisation à travers des tourmalines recouvertes de papier noir, soixante secondes; etc. (1).

» On a essayé ensuite d'arrêter les rayons obscurs en interposant, devant une feuille de papier noir mise sur l'écran de sulfure, les corps suivants taillés en bandes de 1^{cm} d'épaisseur : sel gemme, alun, flint, quartz enfumé, crown, verre vert.

» Le sel a été le plus vite traversé; mais en quatre ou cinq secondes l'intensité de l'impression était égale sous les divers corps. L'interposition de cuves d'alun, de sulfate de cuivre ammoniacal, de sulfate de fer, de bichromate de potasse, d'humeur vitrée, etc., en couche de 2^{cm} d'épaisseur, n'a pas arrêté les rayons, mais le sulfate de fer a rendu l'impression quatre fois plus lente.

» Pour déterminer exactement quelles sont les radiations qui traversent les divers corps opaques, j'ai imaginé la méthode suivante :

» Au moyen d'un héliostat et d'une lentille, on condense un faisceau de lumière solaire sur le collimateur d'un prisme à vision directe et l'on reçoit le spectre dans l'obscurité sur un écran de sulfure sensibilisé comme il a été dit. On recouvre avant

---

(1) De tous les corps essayés, il n'en est qu'un, le noir de fumée, qui se soit montré très opaque, même sous des épaisseurs de $0^{mm},05$. Le papier noir et l'ébonite qui en contiennent, ce qui est fréquent, deviennent aussitôt opaques sous de faibles épaisseurs. Avant de s'en servir pour des expériences il faut donc examiner leur transparence, ce qui ne demande que quelques secondes. L'opacité du noir de fumée permet de réaliser facilement cette expérience, qui semble d'abord paradoxale, de reproduire, soit par contact, soit avec l'objectif photographique, une page d'impression mise dans une enveloppe de papier noir et introduite elle-même dans une boîte d'ébonite.

l'exposition la moitié inférieure de la bande formée par le spectre avec une lame du corps opaque dont on veut étudier la transparence, une feuille de papier noir par exemple. En éteignant momentanément le spectre au bout d'un instant et soulevant la lame opaque, on voit immédiatement, par le noircissement partiel de l'écran, les régions du spectre qui ont traversé le corps opaque. Elles varient suivant les corps opaques, mais les rayons les plus actifs ont généralement leur maximum autour de $\lambda = 1^{\mu},5$ et leur action va en diminuant jusque dans le rouge et l'orangé où elle disparaît généralement.

» Ce sont donc bien les radiations invisibles de grandes longueurs d'onde qui possèdent presque exclusivement le pouvoir de traverser les corps opaques.

» Étant donné le pouvoir pénétrant des radiations de grandes longueurs d'onde pour les substances organiques, il sera fort intéressant d'étudier leurs effets sur les végétaux et les animaux. Ces radiations existent dans toutes les sources lumineuses, mais les expériences faites avec les écrans phosphorescents semblant démontrer que l'action de ces longues radiations peut être détruite par celles qui constituent la lumière visible, il est absolument nécessaire d'éliminer ces dernières. Rien n'est plus facile, puisqu'il suffit d'interposer entre la lumière solaire ou artificielle et l'objet en expérience une feuille de papier noir. Une serre dont les carreaux seraient recouverts de papier noir convenablement choisi fournirait l'élément fondamental de l'expérience. L'obscurité de cette serre serait la même pour l'œil que celle d'une cave; mais les effets produits seraient, sans doute, bien différents, puisque la serre serait baignée par les rayons d'une lumière invisible, mais extrêmement active. »

PHYSIQUE. — *Émission de différents rayons très inégalement absorbables dans la transformation des rayons X par un même corps* [1]. Note de M. G. SAGNAC, présentée par M. Lippmann.

« Le faisceau des rayons secondaires transformés qu'un corps, même simple, émet sous l'influence des rayons X constitue un mélange de rayons divers dont les pouvoirs de pénétration, inférieurs à ceux des rayons X dont ils proviennent, forment une échelle d'autant plus longue que le corps transforme plus profondément les rayons X; parmi les éléments, les métaux lourds émettent les faisceaux secondaires les plus hétérogènes.

---

[1] Travail fait au laboratoire de M. Bouty à la Sorbonne.

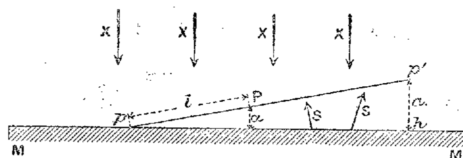
» I. Au delà de quelques millimètres de distance d'un métal lourd, le faisceau secondaire émis par le métal est dépouillé, *par l'air traversé*, de ses rayons les plus absorbables. Il est encore très hétérogène cependant. On s'en assure en constatant que, si l'épaisseur d'air traversée par les rayons S diminue, le degré de transformation des rayons augmente, c'est-à-dire que les rayons S se montrent de plus en plus absorbables par rapport aux rayons X qui leur ont donné naissance. De même, les rayons S filtrés par une feuille d'aluminium, de mica, sont plus pénétrants que les rayons S primitifs.

» Par exemple, j'ai trouvé pour des rayons S émis par le *zinc* à travers 20^{cm} d'air, qu'une feuille de mica d'épaisseur $0^{cm},0035$ divisait l'action électrique des rayons S par 1,71 quand on la plaçait entre le zinc rayonnant et l'électroscope; mais une seconde lame identique placée derrière la première ne divisait plus l'action électrique que par 1,58. L'augmentation du pouvoir de pénétration par filtration préalable est bien plus considérable lorsque les rayons S ne sont déjà filtrés que par quelques millimètres d'air. De quelques centimètres, dans l'air, à quelques millimètres, pour le *plomb*, par exemple, le degré de transformation des rayons augmente considérablement et l'on passe de rayons comparables aux rayons X incidents à des rayons dont l'action électrique est très affaiblie par quelques millimètres d'air.

» II. L'importance de la filtration par l'air se manifeste mieux encore dans les premières couches d'air adjacentes au métal rayonnant, comme je l'ai déjà montré (*Comptes rendus* du 26 juillet 1897), par la méthode photographique, et (*Comptes rendus* du 4 juillet 1898) par la méthode électrique. Dans le second cas, on peut supprimer l'absorption produite par la feuille d'aluminium battu, qui ferme le champ électrique récepteur, en la remplaçant par une fine toile métallique. L'action électrique des rayons S des métaux lourds que j'ai étudiés pouvait être réduite jusqu'à la moitié de sa valeur par une simple feuille d'aluminium battu de 3^{μ} d'épaisseur que les rayons X incidents traversaient sans affaiblissement sensible.

» Il est intéressant d'incliner la plaque photographique *pp'* (*fig.* 1)

Fig. 1.



d'un petit angle sur le miroir métallique MM qui reçoit les rayons X à travers le verre de la plaque *pp'* (ou le celluloïd de la pellicule sensible). L'impression photographique des rayons X en chaque point P du cliché

est renforcée par l'impression due aux rayons S que le métal envoie sur la couche sensible *nue* à travers une épaisseur d'air dont la valeur moyenne α varie lentement avec la distance pP du point P au bord p de la plaque. On distingue les deux actions en arrêtant tout ou partie des rayons S par un ruban d'aluminium ou de mica placé sur la couche sensible perpendiculairement au bord p.

» On trouve ainsi que l'action photographique d'un métal lourd devient une fraction notable de l'action directe des rayons X, dès que l'épaisseur d'air α qui filtre les rayons S descend au-dessous de 1^{cm} environ. Elle s'accroît par degrés à mesure que α diminue, et la plupart des métaux lourds produisent un renforcement photographique particulièrement intense dès que la distance α descend au-dessous de 1^{mm} environ; dans l'expérience de la *fig.* 1, le cliché obtenu montre près de l'arête p du coin d'air une bande de renforcement photographique parallèle à cette arête et dont la largeur l correspond généralement à une épaisseur d'air de 1^{mm} seulement. Ces résultats confirment les observations de ma Note du 26 juillet 1897 (§ 3).

» III. Dans l'expérience de la *fig.* 1, l'action du métal MM ne renforce pas toujours l'action directe des rayons X. En particulier, près de l'arête de contact p de la couche sensible et du métal rayonnant, les clichés obtenus présentent une zone relativement très blanche qui correspond, par sa largeur l, aux épaisseurs α d'air comprises entre o et $\frac{1}{10}$ de millimètre environ. L'impression photographique y est plus faible que si les rayons X agissaient seuls; la même zone claire se présente encore le long de la génératrice de contact du métal avec la surface sensible d'une pellicule enroulée en cylindre, ou enfin sur la surface de contact plus ou moins étendue d'une plaque ou d'une pellicule avec un miroir métallique, partout où le contact est assuré à $\frac{1}{10}$ de millimètre près environ.

» Tout se passe comme si la couche de $\frac{1}{10}$ de millimètre d'air adjacente au métal était traversée par des rayons ayant peu ou point d'action photographique directe, mais agissant en déterminant l'effet des autres radiations. J'ai déjà insisté, au début de mes recherches (*Comptes rendus* du 19 juillet 1897), sur l'importance des actions destructives que des rayons lumineux peuvent exercer sur des rayons de plus faible longueur d'onde, soit dans les actions photographiques, soit dans les phénomènes de luminescence, et j'ai essayé d'appliquer ces phénomènes à l'explication des apparences de franges de diffraction qui se présentent aux limites des pénombres dans les photographies et dans les radiographies. (Voir *l'Éclairage électrique* du 18 décembre 1897, p. 534, 535.)

» Justement, dans l'expérience de la *fig.* 1, on peut faire en sorte

qu'une couche de platinocyanure mise à la place du métal MM affaiblisse, par la lumière qu'elle émet, l'action photographique des rayons X incidents. Les rayons destructeurs de l'expérience de la *fig.* 1 se comporteraient donc, par rapport aux rayons X, à la manière des rayons lumineux, avec cette différence qu'ils n'agiraient pas directement sur la plaque et que leur action indirecte ne s'exercerait pas au delà d'une couche d'air de $\frac{1}{10}$ de millimètre d'épaisseur environ. On connaît justement des rayons ultra-violets, découverts par Schumann, qui n'agissent pas directement sur les plaques photographiques ordinaires et sont arrêtés par $\frac{1}{10}$ de millimètre d'air atmosphérique; leur longueur d'onde $0^{\mu},1$ les place à l'extrémité du spectre ultra-violet actuellement caractérisé. Je me propose d'approfondir ces *analogies*. »

CHIMIE. — *Sur l'explosibilité de l'acétylène aux basses températures.* Note de M. **Georges Claude**, présentée par M. d'Arsonval.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie quelques résultats d'expériences que je me propose de poursuivre et qui sont relatives aux propriétés de l'acétylène aux basses températures.

» 1° La solubilité de l'acétylène dans l'acétone augmente avec une rapidité extrême lorsque la température diminue, surtout quand on arrive aux environs du point de congélation de l'acétylène, soit $-80°$. A cette température, sous la seule pression atmosphérique, l'acétone dissout plus de deux mille fois son volume d'acétylène, le volume du liquide après la saturation étant de quatre à cinq fois le volume initial. On ne peut confondre cette dissolution avec un mélange de deux liquides en proportions quelconques, puisque l'acétylène n'existe à la pression atmosphérique que sous les deux états gazeux et solide.

» 2° Un fil de platine, traversé par un courant électrique susceptible de le porter au rouge éblouissant, peut être maintenu indéfiniment dans cette solution à 2000^{vol} sans en provoquer la décomposition explosive. Il est intéressant de rapprocher ce résultat de ceux qui ont été obtenus par MM. Berthelot et Vieille sur les solutions d'acétylène dans l'acétone à la température ordinaire, lesquelles, amenées par l'emploi d'une pression de dissolution voisine de 20^{atm} au taux de 400^{vol} d'acétylène seulement, détonent avec une extrême violence au contact d'un fil de platine rougi.

» 3° Ce résultat m'a conduit à un autre essai du même ordre et plus

intéressant, en employant l'acétylène liquide lui-même, soumis à une température voisine de son point de fusion (-80°) et présentant alors une tension de vapeur de $1^{atm},3$ seulement. Cet acétylène se comporte exactement comme la dissolution précédente à l'égard d'un fil de platine rougi dans sa masse.

» Il est probable que la température très basse ne suffit pas pour expliquer le mécanisme de l'inactivité que je signale; je me propose de voir si celle-ci ne proviendrait pas en partie de la faible valeur de la pression, qui permet au gaz volatilisé de se développer avec facilité en une gaine isolante épaisse à la surface du fil incandescent : d'où l'impossibilité pour le calorique, la chaleur de volatilisation aidant, de se propager jusqu'au liquide avec une suffisante intensité.

» Quoi qu'il en soit, cette propriété permet de combiner un procédé de liquéfaction de l'acétylène totalement exempt de danger par l'action simultanée d'une température de -80° environ et d'une pression voisine de $1^{atm},3$ absolue : dans ces conditions, en effet, ni le gaz comprimé, ni le liquide produit, ni l'acétylène solide qui peut résulter de ce dernier par simple décompression ne sont aptes à la décomposition explosive. La pression minima de $1^{atm},3$ est d'ailleurs indispensable pour que l'acétylène se condense sous la forme liquide. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les alliages de fer et de nickel.* Note de M. F. **Osmond**, présentée par M. Troost [1].

« Les points de transformation des alliages de fer et de nickel, pour ceux de ces alliages qui contiennent moins de 50 pour 100 de nickel, ont été déterminés, au moyen de différentes méthodes, par MM. Hopkinson [2], H. Le Chatelier [3], Guillaume [4], Dumont [5] et par l'auteur de cette Note [6]. Le même travail restait à faire pour les alliages contenant de 50 à 100 pour 100 de nickel.

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de Chimie générale, à la Sorbonne.

(2) Communication du 16 janvier 1890 à la Société Royale de Londres.

(3) *Comptes rendus*, t. CX, p. 283 et t. CXI, p. 454.

(4) *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 176 et 1515; t. CXXV, p. 235; t. CXXVI, p. 738, et *Bulletin de la Société d'Encouragement*, mars 1898.

(5) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 741.

(6) *Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 532

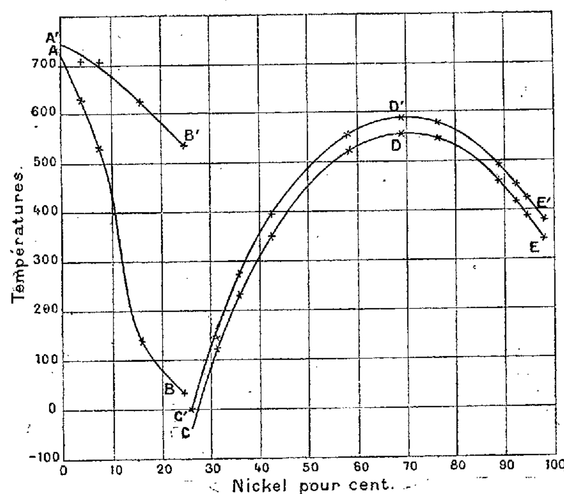
» Pour ces derniers, les quantités de chaleur absorbées pendant le chauffage, ou dégagées pendant le refroidissement, ne sont pas toujours facilement observables, soit parce qu'elles ne sont pas assez fortes, soit parce qu'elles sont réparties sur un trop large intervalle de température. Pour cette raison, j'ai joint à la méthode par échauffement ou refroidissement, que j'avais seule employée antérieurement, la détermination des températures auxquelles le ferro-magnétisme commence à apparaître (pendant le refroidissement) ou finit de disparaître (pendant le chauffage). J'ai repris aussi par la même méthode l'examen d'alliages déjà connus, de façon à obtenir un ensemble de résultats exactement comparables (¹).

» Ces résultats sont réunis dans le Tableau suivant :

Composition chimique.			Disparition du magnétisme pendant le chauffage.	Apparition du magnétisme pendant le refroidissement.
Carbone.	Manganèse.	Nickel.		
0,19	0,79	0,27	735°	715°
0,19	0,65	3,82	710	628
0,17	0,68	7,65	710	530
0,23	0,93	15,48	623	145
0,16	0,32	24,75	540	27
0,61	0,46	26,20	0	<0
0,23	0,49	31,44	138	124
0,46	0,28	35,70	276	232
0,30	0,68	43,04	401	357
0,11	0,38	58,30	557	523
0,08	0,41	69,20	590	557
0,07	0,68	76,75	582	545
0,12	0,38	88,95	488	457
0,09	0,74	92,20	450	415
0,10	0,86	94,70	425	388
0,12	0,55	98,50	384	345

(¹) Les échantillons au-dessous de 50 pour 100 m'ont été gracieusement fournis par M. Hadfield, par M. Guillaume et par M. Werth. Les échantillons au-dessus de 50 pour 100 ont été spécialement préparés et analysés au laboratoire des Aciéries de Denain.

» Le diagramme ci-joint, dans lequel les proportions centésimales de fer ou de nickel sont prises pour abscisses et les températures de transformation magnétique pour ordonnées, résume les données de l'expérience [1].



» On voit que la courbe se compose de trois branches : 1° la branche AB, A'B' était déjà connue depuis les travaux précédents; 2° la branche montante CD, C'D', déjà déterminée jusque vers 45 pour 100, surtout par les recherches de M. Guillaume, se continue jusqu'au maximum D, D'; 3° passé le maximum, la courbe donne une troisième branche descendante, DE, D'E' rejoignant le point de transformation du nickel [2].

» La courbe de refroidissement, si on la considère seule, rappelle beaucoup certaines courbes de fusibilité. Par analogie, on pourrait être tenté

---

(1) Dans les échantillons de provenance anglaise dont les points de transformation sont inférieurs à 550°, le ferro-magnétisme apparaît ou disparaît réellement en deux temps. Les températures inscrites au Tableau sont celles de la phase principale; la phase secondaire, réversible et relativement très faible, débute à une température pratiquement constante de 550° et croît proportionnellement à la teneur en nickel. Dans les alliages de provenance française, on ne retrouve que des traces de cette seconde phase. J'en ignore absolument la cause.

(2) L'écart régulier d'une quarantaine de degrés entre les courbes CDE, C'D'E' du diagramme n'est qu'apparent. Les températures lues sont quelque peu en avance pendant le chauffage et en retard pendant le refroidissement sur les températures réelles. D'après MM. Guillaume et Dumont, les phénomènes magnétiques pour les alliages considérés sont réversibles.

de croire que le minimum correspond à un alliage eutectique et le maximum à un composé défini Ni^2Fe, partiellement dissocié. Ceci sous toutes réserves. La courbe des transformations au chauffage montre en effet, comme on le savait, un énorme hiatus vers 25 pour 100 de nickel. Il n'est pas non plus certain que les deux branches AB, DC se coupent quelque part : M. Guillaume a rencontré dans cette région un alliage qui ne se transforme pas, même dans l'air liquide; au surplus, ni les expériences de M. Dumont ni les miennes n'ont révélé jusqu'à présent l'existence d'une branche de courbe horizontale au-dessous de zéro, comme le voudrait l'hypothèse d'un eutectique. Je compte revoir cette question de plus près.

» Il est à remarquer que l'addition de fer au nickel relève le point de transformation du nickel, tandis que l'addition de nickel au fer abaisse les points de transformation du fer. Ce fait pourrait indiquer une différence de signe dans les changements de volume qui accompagnent les transformations des deux métaux. C'est aussi ce que j'ai l'intention de rechercher. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la décomposition de l'oxyde de carbone en présence des oxydes métalliques*. Note de M. **O. Boudouard**, présentée par M. Troost.

« Dans une précédente Note [1], j'ai indiqué les résultats que j'avais obtenus en étudiant la décomposition de l'oxyde de carbone en présence de l'oxyde de fer; j'ai étendu ces recherches aux oxydes de nickel et de cobalt, à la même température de 445°.

» I. Je résumerai dans les Tableaux ci-dessous les résultats numériques auxquels je suis arrivé :

1° *Oxyde de nickel.*

Quantité d'oxyde de nickel.	8 minutes.		60 minutes.		2 heures.		$4^h 15^m$.	
	CO^2.	CO.	CO^2.	CO.	CO^2.	CO.	CO^2.	CO.
gr 0,15......	100	»	»	»	»	»	»	»
0,05......	90,9	9,1	100	»	»	»	»	»
0,005.....	25,9	74,1	88,4	11,6	96,3	3,7	100	»

(1) *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 98.

2° *Oxyde de cobalt.*

Quantité d'oxyde de cobalt.	8 minutes.		60 minutes.		2 heures.		4h 15m.	
	CO^2.	CO.	CO^2.	CO.	CO^2.	CO.	CO^2.	CO.
gr 0,15	100	»	»	»	»	»	»	»
0,05	89,7	10,3	100	»	»	»	»	»
0,005	47,6	52,4	81,2	18,8	93,9	6,1	100	»

» Aussi bien en présence de l'oxyde de fer que des oxydes de nickel et de cobalt, il faut avoir soin de faire l'extraction des gaz à chaud; il y a à craindre, en effet, la formation des combinaisons métalliques que l'oxyde de carbone est susceptible de fournir (fer-carbonyle, nickel-carbonyle et, très probablement, cobalt-carbonyle) (¹). J'ai pu constater le fait sur des tubes contenant de l'oxyde de nickel, qui avaient été fermés au mois d'août 1898 et qui n'ont été ouverts qu'au mois d'octobre suivant : les grains de ponce contenus dans ce tube, étant chauffés, ont donné lieu à la formation d'un enduit métallique, dû à la décomposition du nickel-carbonyle produit pendant le refroidissement.

» Comme avec l'oxyde de fer, la quantité d'oxyde de carbone décomposé en présence des oxydes de nickel et de cobalt, à la température de 445°, croît avec le temps, et elle dépend aussi de la quantité d'oxyde métallique présent. Il faut cependant un temps beaucoup moins long pour arriver à la décomposition totale.

» II. Dans les expériences mentionnées précédemment, tant pour l'oxyde de fer que pour les oxydes de nickel et de cobalt, les quantités de charbon déposé au moment de la fermeture des tubes étaient du même ordre de grandeur que les quantités des oxydes métalliques mis en réaction. Dans une deuxième série d'expériences, j'ai pris du charbon de bois calciné dans un courant de chlore pour enlever l'hydrogène qu'il peut contenir; ce charbon, débité en morceaux de la grosseur d'une noisette, a été imprégné d'une solution d'azotate de fer, de nickel ou de cobalt, et calciné. Je me trouvais alors en présence de grandes quantités de charbon relativement aux quantités d'oxydes : pour le fer, le rapport du poids du charbon

---

(¹) MOND, LANGER et QUINCKE, *Chemical Society*, t. LVII, p. 749. — BERTHELOT, *Comptes rendus*, t. CXII, p. 1343. — MOND et QUINCKE, *Chemical Society*, t. LIX, p. 604. — MOND et LANGER, *Chemical Society*, t. LIX, p. 1090.

à celui de l'oxyde était 13; pour le nickel et le cobalt, ce rapport était égal à 9.

» Le dispositif expérimental étant le même que dans les essais faits avec la ponce, les résultats obtenus ont été les suivants :

	Quantité d'oxyde.	8 minutes.		6 heures.	
	gr	CO^2.	CO.	CO^2.	CO.
Oxyde de fer.......	0,244	33,3	66,7	84,1	15,9
	0,008	7,9	92,1	79,7	20,3
		8 minutes.		**4h 15m.**	
		CO^2.	CO.	CO^2.	CO.
Oxyde de nickel....	0,474	64,0	36,0	99,1	0,9
	0,0158	25,3	92,1	65,4	34,6
Oxyde de cobalt....	0,417	96,4	3,6	98,8	1,2
	0,0139	17,4	82,6	84,4	15,6

» La marche du phénomène est donc la même : on arriverait à une décomposition totale de l'oxyde de carbone en prolongeant suffisamment le temps de chauffe; avec les oxydes de nickel et de cobalt, il faut encore un temps moins long qu'avec l'oxyde de fer pour arriver aux mêmes résultats. Remarquons cependant, d'une manière générale, qu'il y a un ralentissement du phénomène, et que, toutes choses égales d'ailleurs, on atteint beaucoup moins vite, dans cette deuxième série d'expériences, la décomposition complète de l'oxyde de carbone mis en réaction. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur un nouveau procédé de dosage de l'oxyde de carbone*. Note de MM. **Schlagdenhauffen** et **Pagel**, présentée par M. Friedel.

« M. Maurice Nicloux vient de publier récemment [1] un procédé de dosage de l'oxyde de carbone, basé sur l'oxydation de ce gaz au contact de l'acide iodique anhydre, à la température de 150°, en vertu de la réaction suivante : $5CO + 2IO^3H = 5CO^2 + H^2O + I^2$.

» L'appareil dont il se sert, est disposé de façon à absorber l'iode par une solution étendue de soude caustique. Quand l'opération est terminée,

[1] *Comptes rendus*, 7 mars 1898.

on ajoute un peu de nitrite de soude et d'acide sulfurique jusqu'à réaction franchement acide. On agite avec du sulfure de carbure et la solution plus ou moins colorée est titrée par comparaison de teinte avec une liqueur type contenant une quantité déterminée d'iode.

» En examinant l'équation si simple qui rend compte de ce fait, il nous a semblé que d'autres composés oxygénés devraient se comporter d'une façon identique. Nous avons donc entrepris une première série d'essais avec les acides molybdique, chromique, arsénique et arsénieux, stannique, antimonique et antimonieux, mais sans le moindre succès puisque aucun d'eux n'a été réduit ni à 150° ni à des températures plus élevées variant entre 200° et 300°.

» A la suite de ces résultats négatifs, nous avons commencé une nouvelle série d'opérations avec quelques oxydes métalliques : d'argent, de bismuth, de cuivre, de plomb, et voici ce que l'expérience nous a appris :

» 1° *Oxyde d'argent* (¹). — L'oxyde d'argent, desséché préalablement à l'étuve à air à la température de 150°, placé dans un tube en U au bain-marie, est soumis à l'action d'un courant d'oxyde de carbone pur, absolumeut privé d'acide carbonique, par un flacon témoin rempli d'hydrate de baryte. Au sortir du tube à expérience le courant gazeux traverse une nouvelle solution barytique qui commence déjà à se troubler quand la température du bain-marie atteint 50°. Entre 54° et 60° le précipité blanc devient très abondant et indique par conséquent la production d'une forte proportion d'acide carbonique. En même temps la teinte de l'oxyde d'argent change; de brun foncé qu'il était primitivement le produit prend un aspect d'un blanc brillant. En agitant légèrement le tube en U pour permettre au gaz de pénétrer plus intimement la matière pulvérulente, on constate que l'opération est terminée au bout de quelques minutes. La désoxydation de l'oxyde métallique est donc effectuée et l'oxyde de carbone se trouve être transformé en acide carbonique.

» Pour voir s'il est possible de formuler cette expérience de la manière suivante : $CO + Ag^2O = CO^2 + Ag^2$, nous substituons à la place de la solution barytique un tube de Liebig rempli de potasse à 30 pour 100, pesé avant et après le passage du courant gazeux. Avec 2^{gr} d'oxyde d'argent, nous constatons, en nous plaçant dans les mêmes conditions de température que ci-dessus, une perte d'oxygène de $0^{gr},145$. La quantité correspondante d'acide carbonique fournie par le calcul est de $0^{gr},385$. Ce nombre est absolument le même que celui que donne l'augmentation du tube à potasse, ce qui prouve par conséquent que l'expérience est entièrement d'accord avec la théorie et que la formule ci-dessus est justifiée.

» 2° *Oxyde cuivreux*. — Nous prenons de l'oxyde cuivreux, chauffé à l'étuve à air

---

(¹) Nous rappellerons que M. Berthelot a reconnu que l'oxyde d'argent, dissous dans l'ammoniaque, est réduit par l'oxyde de carbone avec une extrême facilité (*Annales de Chimie et de Physique*, 6ᵉ série, t. XXIV, p. 132; 1891).

à 150°, et opérons comme précédemment en disposant le tube en U au bain-marie. Mais rien ne se passe, même en chauffant l'eau à l'ébullition : la solution barytique ne se trouble pas. En employant un bain d'huile, nous constatons, dans le réactif indicateur, un léger trouble à la température de 125°. Le précipité de carbonate de baryte devient abondant à 215°; à ce moment, la teinte du produit contenu dans le tube change, devient rouge, de brune qu'elle était primitivement. Puis, vers 300°, on aperçoit une vive incandescence qui indique la fin de l'opération, et tout l'oxyde est transformé en cuivre métallique d'un aspect cristallin. La réaction s'effectue d'ailleurs de la même manière que la précédente et l'on peut écrire : $CO + Cu^2O = CO^2 + Cu^2$. Ce qui nous permet de l'affirmer, c'est le résultat d'un dosage exécuté dans les mêmes conditions que celles qui se rapportent à l'oxyde d'argent. En effet, nous avons :

	gr
Oxyde employé	2
Perte d'oxygène	0,25
Quantité d'acide carbonique théorique	0,680
Quantité d'acide carbonique trouvé	0,685

» La concordance entre les deux derniers nombres n'est pas parfaite puisque la température à laquelle nous avions porté l'oxyde cuivreux était un peu trop élevée. A 150°, en effet, l'oxydule commence à se transformer en oxyde cuivrique; c'est là une cause d'erreur qu'il eût été facile d'éviter.

» 3° *Oxyde de bismuth.* — En soumettant l'oxyde de bismuth, desséché à 105°, à l'action d'un courant d'oxyde de carbone, au bain d'huile à 230°, la solution barytique, à travers laquelle passe le gaz, commence à se troubler. Le précipité augmente à 260° en même temps que l'aspect du produit change de couleur : il devient jaune, de blanc qu'il était primitivement. Entre 385° et 400°, il noircit et se transforme en oxydule, mais non en bismuth métallique. Ce résultat pouvait d'ailleurs être prévu, puisque les auteurs s'accordent à dire que la réductibilité de l'oxydule est très difficile. Si, au lieu de laisser refroidir l'oxydule dans le tube à expérience, on le projette au dehors pendant qu'il est encore chaud, il se transforme rapidement en Bi^2O^3 avec une vive incandescence.

» 4° *Oxydes de plomb.* — Les composés oxydés du plomb se comportent d'une manière différente au contact de l'oxyde de carbone. Avec le minium, par exemple, nous constatons un commencement de désoxydation à 225° déjà, tandis que la litharge ne semble être attaquée qu'à 300°. L'oxyde blanc provenant de l'hydrate, préalablement chauffé à l'étuve à 150°, est désoxydé plus tardivement encore. Il fournit du plomb métallique quand la température du bain d'huile est portée à 430°. Mais la réaction n'est pas aussi nette que celle des oxydes d'argent et de cuivre, puisque le métal reste mélangé à une certaine quantité d'oxydule sans toutefois contenir du charbon, comme l'indique M. Boudouard [1] en parlant des expériences de Lothian Bell.

» *En résumé,* les oxydes d'argent et de cuivre chauffés dans un courant d'oxyde de carbone sont entièrement désoxydés, l'un à 60°, le second

[1] *Comptes rendus,* 9 janvier 1899, p. 99.

à 300°, et peuvent par conséquent servir à absorber complètement ce gaz. Comme l'acide carbonique formé correspond théoriquement à l'oxygène perdu, il s'ensuit que la réaction qui fait l'objet de la présente Note constitue un nouveau procédé de dosage de l'oxyde de carbone. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques cétones aromatiques iodées.* Note de M. **A. Collet**, présentée par M. Friedel.

« On ne connaît qu'un petit nombre de cétones aromatiques iodées; en particulier, MM. Klingel (*Ber.*, t. XVIII, p. 2692) et Schweitzer (*Ber.*, t. XXIV, p. 551) ont préparé la méthyl-*p*-iodophénylcétone en partant de la méthyl-*p*-aminophénylcétone ou par l'action du chlorure d'acétyle sur l'iodo-benzène en présence de $AlCl^3$. J'ai cherché à obtenir *une méthylphénylcétone iodée* dans le groupe méthyle.

» On laisse en contact pendant une heure ou deux, à la température ordinaire, une dissolution alcoolique de méthylphénylcétone ω-chlorée ou bromée avec un léger excès d'iodure de potassium finement pulvérisé; on agite fréquemment. Le dépôt change bientôt d'aspect par suite de la formation de chlorure ou de bromure de potassium. La liqueur, versée dans un excès d'eau froide, abandonne une masse cristalline qu'on redissout dans l'alcool. La solution alcoolique, additionnée d'eau jusqu'à formation d'un trouble persistant, laisse déposer des cristaux presque incolores, qu'on essore entre des doubles de papier-filtre. Ils possèdent la composition d'une *ω-iodométhylphénylcétone* $C^6H^5COCH^2I$.

Dosage de l'iode.

	I.	II.
Matière	0,349	0,305
AgI	0,336	0,291

» Soit, en centièmes : iode, 51,98 et 51,52; calculé, 51,62.

» La double décomposition entre la cétone chlorée ou bromée et l'iodure de potassium est plus rapide, si l'on chauffe doucement le mélange au bain-marie, sans dépasser 45°-50°; une élévation un peu trop forte de température altère le produit, la liqueur brunit et l'addition d'eau ne sépare plus qu'une huile très colorée et difficilement cristallisable.

» La méthylphénylcétone ω-iodée est en aiguilles incolores, fusibles vers 29°,5-30°, insolubles dans l'eau, très solubles dans l'alcool, l'éther, le benzène et le sulfure de carbone. Oxydée à 100° par le permanganate de potasse en solution alcaline, elle donne de l'acide benzoïque. Chauffée avec de l'hydrate de plomb récemment précipité, en suspension dans l'eau, elle est transformée en benzoylcarbinol, caractérisé

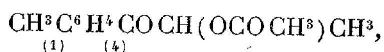
par ses propriétés réductrices; l'iode est éliminé sous la forme d'iodure de plomb. L'acétate de potassium en solution alcoolique a donné l'éther acétique du benzoylcarbinol, fusible vers 48°-49°.

» La *méthyl-p-tolylcétone ω-iodée* $CH^3 \underset{(1)}{C^6} \underset{(4)}{H^4} CO\,CH^2I$ a été obtenue de la même manière que la cétone iodée précédente, en partant de l'ω-chlorométhyl-*p*-tolylcétone.

» Elle se présente en aiguilles incolores, fusibles vers 40°-41°, solubles dans l'alcool, l'éther, le benzène et le sulfure de carbone. Chauffée avec le permanganate de potasse en solution alcaline, elle est oxydée et donne de l'acide téréphtalique. Une dissolution alcoolique d'acétate de potasse la transforme en éther acétique du *p*-toluylcarbinol, fusible à 83°.

» L'*éthyl-p-tolylcétone iodée* $CH^3 \underset{(1)}{C^6} \underset{(4)}{H^4} CO\,CHI\,CH^3$ se prépare en chauffant à reflux, au bain-marie, pendant une demi-heure environ, une dissolution alcoolique de la cétone bromée correspondante avec de l'iodure de potassium pulvérisé et en léger excès. Le dépôt obtenu en versant la liqueur dans l'eau froide est purifié par une nouvelle cristallisation dans l'alcool bouillant.

» L'*éthyl-p-tolylcétone iodée* est en lamelles incolores, brillantes, fusibles vers 102°-103°, très solubles dans l'éther, dans le sulfure de carbone et le benzène, dans l'alcool bouillant, mais peu solubles à froid dans ce dissolvant. Le permanganate de potasse en solution alcaline l'oxyde à la température du bain-marie, en donnant de l'acide *p*-toluique, en aiguilles brillantes, fusibles à 176°-177°, et de l'acide téréphtalique. L'acétate de potasse en solution alcoolique élimine complètement à chaud l'iode de ce dérivé et le convertit en éther acétique du méthyl-*p*-toluylcarbinol



$$CH^3 \underset{(1)}{C^6} \underset{(4)}{H^4} CO\,CH(OCO\,CH^3)\,CH^3,$$

fusible à 106°.

» Les vapeurs des cétones iodées précédentes irritent vivement les yeux et provoquent le larmoiement. Ces mêmes dérivés sont altérables par la lumière; leurs dissolutions benzénique ou sulfocarbonique, exposées aux rayons directs du Soleil, se colorent très rapidement en violet par suite de la mise en liberté d'un peu d'iode. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Remarques sur la préparation des oxyéthylamines.* Note de M. F. **Chancel**, présentée par M. Friedel. (Extrait.)

« Wurtz, après avoir obtenu les oxyéthylamines par l'action de l'ammoniaque sur l'oxyde d'éthylène, prépara également ces bases en faisant agir l'ammoniaque sur la chlorhydrine du glycol (1). Ayant repris la même préparation, j'ai fait les remarques suivantes :

(1) *Répertoire de Chimie pure*, p. 41; 1862.

» L'ammoniaque aqueuse concentrée agit même à froid sur la chlorhydrine du glycol; au bout d'un mois, le tiers environ de l'ammoniaque nécessaire à la réaction s'est combinée. En opérant à chaud, Wurtz n'avait pas obtenu de chlorhydrate de trioxyéthylamine; en répétant l'expérience je ne suis pas arrivé aux mêmes résultats; en effet, en évaporant à sec les produits de la réaction, et reprenant par l'alcool absolu, je trouve que celui-ci a laissé sans le dissoudre un mélange de chlorhydrate d'ammoniaque et de chlorhydrate de la base tertiaire. Dans une de mes expériences un pareil mélange renfermait 40 pour 100 de chlore; il y avait donc un peu plus de la moitié de chlorhydrate de trioxyéthylamine ([1]). On peut facilement séparer les deux sels par cristallisation, ou en chassant l'ammoniaque par la baryte, cette dernière base étant ensuite facile à enlever.

» J'ai pu ainsi obtenir de belles trémies de chlorhydrate de trioxyéthylamine.

» Le chloraurate de cette même base est un sel jaune d'or, en paillettes, peu soluble à froid et cristallisant avec une molécule d'eau; il fond à 68°.

» J'ai constaté en outre que les chloroplatinates des mono et dioxyéthylamines cristallisent aussi avec une molécule d'eau; mais ces deux sels se séparent difficilement l'un de l'autre par précipitation par l'éther de leur solution dans l'alcool aqueux.

» J'ai préparé également l'oxalate neutre de monoxyéthylamine; c'est un sel blanc, très soluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool; à 20° un litre d'alcool dissout $0^{gr},5$ de sel. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Extraction et synthèse du principe odorant de la fleur de jasmin* ([2]). Note de M. **Albert Verley**, présentée par M. Friedel.

« Depuis quelques années on a fait de nombreuses tentatives pour extraire l'huile essentielle qui constitue le principe odorant de la fleur de jasmin. Si l'on distille le jasmin avec la vapeur d'eau et qu'on repasse l'eau distillée sur de nouvelles fleurs, même un très grand nombre de fois, on n'arrive pas à séparer d'huile essentielle. Cela tient à ce que le parfum n'existe qu'en petite quantité dans la plante, et qu'en outre, comme je le

---

([1]) AzH^4Cl renferme 66 pour 100 et $(C^2H^5O)^3AzHCl$ 19,08 pour 100 de chlore.

([2]) Travail fait au laboratoire des recherches de la Société anglo-française des parfums perfectionnés, à Courbevoie.

montrerai plus tard, il se détruit complètement par ébullition prolongée avec une eau légèrement acidulée.

» Grâce à l'initiative de MM. Bush et C[ie], parfumeurs à Londres et possédant une usine dans le midi de la France, je suis arrivé à me procurer un extrait dans un état de pureté suffisant pour me permettre de faire des recherches, qui m'ont amené à isoler le principe odorant.

» Pour cela, il a été préparé d'abord par enfleurage une pommade absolument sursaturée de parfum. Chacun connaît la méthode qu'on appelle *enfleurage à froid* et qui peut seule être utilisée pour obtenir des odeurs délicates comme celles du jasmin.

» La graisse est étendue sur les deux faces de glaces de verre enchâssées dans des cadres de bois. Ces cadres sont empilés les uns au-dessus des autres et dans chaque intervalle laissé par deux glaces consécutives, on introduit des fleurs fraîches cueillies avant la rosée du matin (cette précaution est indispensable pour éviter l'humidité qui altérerait la fleur pendant l'opération). Les fleurs se trouvent donc enfermées dans de petites chambres entièrement tapissées de graisse et exhalent leur parfum, qui est absorbé par la pommade. Chaque matin on renouvelle les fleurs qui sont fanées et cette opération est répétée un très grand nombre de fois. La pommade au jasmin obtenue de la sorte a été épuisée par l'huile de vaseline qui se charge de l'essence et laisse le corps gras. Ensuite cette huile de vaseline a été épuisée par l'acétone et cet extrait acétonique, évaporé dans le vide, a laissé un résidu coloré en rouge clair, sous la forme d'une huile assez fluide et possédant avec une intensité extraordinaire l'odeur caractéristique du jasmin.

» Les rendements sont faibles et je n'ai pu disposer que de 40^{gr} de cet extrait. 35^{gr} ont été soumis à la distillation dans le vide. J'ai obtenu 19^{gr} à la première distillation passant entre 70 et 180 sous 15^{mm}. Il est resté 14^{gr} de résine.

» Ces 19^{gr}, soigneusement fractionnés sous la pression de 12^{mm}, ont fourni au troisième tour : 70° à 100°, 2^{gr}; 100° à 101°, 11^{gr}; 101° à 110°, 3^{gr}; 110° à 180°, 2^{gr}.

» La portion de 100 à 101 se présente sous la forme d'un liquide légèrement coloré en jaune, très fluide et d'une odeur de jasmin d'une puissance incomparable. Densité = 1,1292 à 0°.

» L'analyse a donné des nombres qui répondent à peu près à la formule $C^9H^{10}O^2$.

» Il y a un léger excédent de carbone et d'hydrogène, qui vient probablement de ce que la substance analysée n'est pas pure, mais est un mélange du corps $C^9H^{10}O^2$ avec un corps terpénique tel que le linalol, ou un de ses éthers bouillant également à 101° sous 12^{mm}. Les nombres trouvés cadreraient très bien avec ceux fournis par $C^9H^{10}O^2$ plus 10 pour 100 de linalol.

» Afin de déterminer la constitution de ce corps j'ai fait les expériences suivantes :

» J'ai d'abord constaté que ce corps n'était susceptible de fixer qu'une très petite quantité de brome, environ $\frac{1}{20}$ de molécule. Ce fait provient certainement du mélange de la substance principale $C^9H^{10}O^2$ avec une petite quantité d'autres corps pouvant fixer du brome et bouillant à la même température.

» La potasse à froid ne donne rien. Ce corps n'offre pas les propriétés d'une aldéhyde, car il ne réduit pas le nitrate d'argent ammoniacal. Ce n'est pas non plus une acétone, car il ne se combine pas à l'hydroxylamine. L'oxydation chromique donne une réaction très nette qui a permis de constater la présence du noyau benzénique dans la molécule :

» 3^{gr} de la portion passant de 100° à 101° ont été chauffés au réfrigérant ascendant avec 10^{gr} d'acide chromique dans 300^{gr} d'eau, jusqu'à disparition totale de l'odeur du jasmin. Pendant le courant de l'oxydation, on perçoit nettement l'odeur de l'aldéhyde formique et il reste, lorsque l'oxydation est terminée, une odeur très prononcée d'amandes amères.

» On épuise à l'éther; le résidu de l'épuisement est dissous dans une petite quantité d'eau chaude, filtré, et par refroidissement il se dépose des cristaux nacrés qui fondent à 121°.

» L'analyse et les propriétés de ces cristaux conduisent à la formule de l'acide benzoïque.

» Le principe odorant du jasmin, que j'appelle *jasmal*, contient donc trois doubles liaisons sous forme de noyau benzène, et c'est ce qui explique pourquoi il ne fixe pas de brome.

» Ce qui m'a frappé ensuite, c'est de constater qu'une substance aromatique contenant deux atomes d'oxygène dans sa molécule possède un point d'ébullition aussi peu élevé, et j'ai tout d'abord imaginé que l'oxygène était sous la forme d'éther.

» Afin de trancher la question, j'ai fait bouillir au réfrigérant ascendant 2^{gr} de jasmal avec 100^{gr} d'eau contenant 1^{gr} d'acide oxalique. Au bout de quelques heures, l'odeur du jasmin a disparu et l'huile est devenue soluble. On neutralise par la craie, on filtre la solution et l'on évapore à siccité.

» Le résidu de l'évaporation cristallisé dans le benzène a laissé déposer des lamelles d'aspect gras, fondant à 63°. Ces cristaux sont solubles dans l'eau, et décomposés par l'acide sulfurique à 25 pour 100, ils donnent l'odeur caractéristique de jacinthe, particulière à l'aldéhyde phénylacétique; ils présentent, par conséquent, les propriétés de l'alcool styrolénique $C^6H^5 - CHOH - CH^2OH$.

» Je n'ai pas eu assez de substance pour en faire l'analyse, mais la synthèse du jasmin et de ses homologues, que j'ai obtenue ensuite, m'a permis de confirmer ces prévisions d'une manière complète.

» *Synthèse du principe odorant du jasmin.* — Pour préparer l'acétal méthylénique du phénylglycol, ou jasmal méthylique, j'ai opéré de la manière suivante :

» On chauffe au bain-marie :

Phénylglycol	50^gr
Eau	300
Acide sulfurique	125
Aldéhyde formique	100

» Après un temps très court, il se forme une huile surnageante légère. On enlève et l'on recueille cette huile dans l'éther, puis on la rectifie dans le vide. Elle bout à 101° sous la pression de 12^{mm} et à 218° à la pression ordinaire.

Densité = 1,1334 à 0°. $N^d = 1,519$.

» L'analyse a donné :

		Théorie pour $C^9H^{10}O^2$.
C	71,86	72,00
H	6,96	6,66
O	21,24	21,34

» A l'état de pureté, ce corps possède l'odeur caractéristique du jasmin. Il a toutes les propriétés du jasmal naturel; en particulier, il est détruit par ébullition avec l'eau acidulée en régénérant le phénylglycol et l'aldéhyde méthylique, mais il est très stable en présence de l'eau à froid et en présence de l'alcool.

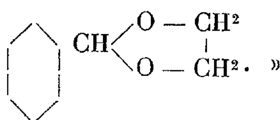
» J'ai constaté que l'on peut très facilement substituer à l'aldéhyde formique une autre aldéhyde grasse homologue, et que, dans ce cas, la réaction est encore plus facile et plus nette que dans le cas du jasmal méthylique.

» L'acétal éthylidénique du phénylglycol et l'acétal amylidénique ont été ainsi préparés et ont des propriétés analogues.

» Il m'a paru intéressant de tenter aussi la synthèse de l'acétal benzilidénique du glycol, dont la formule de constitution est assez voisine de celle du jasmin.

» Je me suis servi, pour cela, de la méthode publiée par Fischer pour l'obtention des acétals d'aldéhydes aromatiques (*Ber.*, t. XXX, p. 3057).

» J'ai obtenu de la sorte 1^{gr} d'une substance bouillant à 140°, d'une odeur indistincte, rappelant un peu celle de l'aldéhyde benzoïque et qui présente la composition de l'acétal cherché

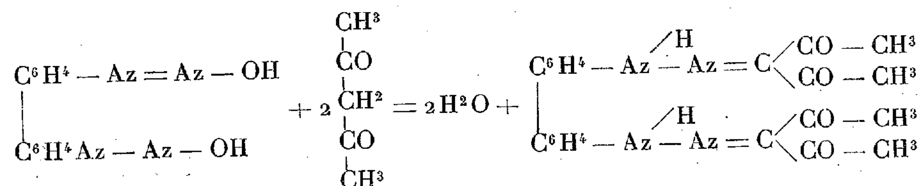


CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des chlorures bis-diazoïques de la benzidine, de l'orthotolidine et de l'orthodianisidine sur l'acétylacétone* [1]. Note de M. G. FAVREL, présentée par M. C. Friedel.

« Dans une Note précédente, j'ai montré que les chlorures bis-diazoïques réagissaient sur les cyanacétates de méthyle et d'éthyle, pour donner des corps qui, selon toute vraisemblance, doivent être considérés comme des hydrazones. La facilité avec laquelle ces réactions se produisent m'a déterminé à essayer si une action du même genre aurait lieu avec l'acétylacétone de A. Combes.

» 18^{gr} de benzidine pulvérisée sont mis en contact avec 50^{cc} d'acide chlorhydrique à 40 pour 100. Le tout, étendu de 500^{cc} d'eau et maintenu à zéro au moyen de glace, est additionné de 200^{cc} d'une solution normale de nitrite de soude. A la solution de chlorure de tétrazodiphényle ainsi obtenue, on ajoute 20^{gr} d'acétylacétone. Le mélange, vivement agité, est saturé ensuite avec une dissolution aqueuse de soude ou de carbonate de soude. On obtient immédiatement un précipité rougeâtre, dont la quantité va en augmentant avec le temps. Ce précipité, après lavage et dessiccation, pèse 38^{gr}. Le produit ainsi obtenu est insoluble dans les dissolvants usuels : éther, alcool, chloroforme, benzine, même à chaud; mais se dissout dans l'aniline ou le nitrobenzène bouillants. Une dissolution à 10 pour 100 dans ces dissolvants donne, par refroidissement, de belles aiguilles qui, essorées et lavées à l'éther fondent à 258°-260°.

» Leur composition centésimale est celle de la diphényldihydrazone-acétylacétone qui se serait produite d'après l'équation suivante :



$$\begin{array}{l} C^6H^4 - Az = Az - OH \\ | \\ C^6H^4Az - Az - OH \end{array} + 2\,\begin{array}{c} CH^3 \\ | \\ CO \\ | \\ CH^2 \\ | \\ CO \\ | \\ CH^3 \end{array} = 2H^2O + \begin{array}{l} C^6H^4 - Az(H) - Az = C\langle{}^{CO - CH^3}_{CO - CH^3} \\ | \\ C^6H^4 - Az(H) - Az = C\langle{}^{CO - CH^3}_{CO - CH^3} \end{array}$$

» A l'inverse des dihydrazones des éthers cyanacétiques, ce corps ne se dissout pas dans les solutions aqueuses alcalines. Cependant, il est susceptible de fournir un dérivé disodé que l'on obtient en agitant le produit primitif avec de l'alcool sodé. Ce dérivé de substitution est insoluble dans l'eau qui le décompose au bout de peu de temps avec mise en liberté d'alcali et de la dihydrazone.

» Ce dérivé sodé, mis en présence d'alcool méthylique et d'iodure de méthyle, ne fournit pas de dérivé diméthylé même après un chauffage pro-

---

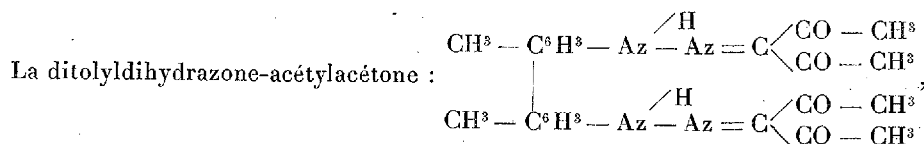
(1) Ce travail a été fait à l'École supérieure de Pharmacie de Nancy.

longé de plusieurs heures. Des essais du même genre, en vue d'obtenir un dérivé benzoylé, n'ont donné aucun résultat.

» Enfin, la diphényldihydrazone-acétylacétone soumise à l'action de la phénylhydrazine en présence de l'aniline chaude ne m'a pas permis d'isoler, jusqu'à présent, les hydrazones plus complexes dont on était en droit d'attendre la production, étant donnée la constitution du dérivé de l'acétylacétone.

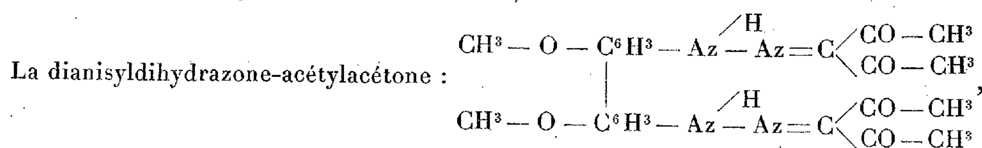
» En opérant de même avec le chlorure de tétrazo- orthoditolyle et le chlorure de tétrazo- orthodianisyle, j'ai obtenu :

La ditolyldihydrazone-acétylacétone :



petites aiguilles rouges, fondant à 250°-252°;

La dianisyldihydrazone-acétylacétone :



petits cristaux rouges, fondant à 234°-235°.

» Enfin j'ajouterai que les corps, ainsi préparés, sont, au moment de leur précipitation du mélange de chlorure bis-diazoïque et d'acétylacétone par la soude, souillés par une certaine quantité d'une matière colorante rouge, dont l'étude n'est pas terminée en raison de la difficulté de sa purification et qui constitue, vraisemblablement, un dérivé cycloformazylique.

» On évite la production de ces dérivés accessoires, en effectuant la saturation du mélange acide d'acétylacétone et de chlorure bis-diazoïque par l'acétate de soude. Dans ce cas, la réaction est plus lente; mais on obtient la dihydrazone plus pure. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur le pouvoir réducteur des tissus : foie et pancréas.* Note de M. **Henri Hélier** [1], présentée par M. Arm. Gautier.

« J'appelle *pouvoir réducteur* d'un tissu la quantité d'oxygène qu'un gramme de ce tissu est capable d'enlever au permanganate de potasse pour

---

[1] Laboratoire de M. A. Gautier, Faculté de Médecine de Paris, et Laboratoire de Chimie minérale, Faculté des Sciences de Lyon.

le réduire à l'état de sesquioxyde de manganèse. Il est évident que ce pouvoir réducteur peut s'exprimer en centimètres cubes d'une solution titrée faible de permanganate. Celle que j'emploie contient $\frac{1}{200}$ de molécule, soit $1^{gr},59$ de permanganate de potasse cristallisé par litre.

» Pour mesurer le pouvoir réducteur d'un tissu, j'opère de la manière suivante :

» Je prends 5^{gr} de matière environ que je fais bouillir une heure avec de l'eau distillée. Je filtre sur de la laine de verre et j'étends à 100^{cc}. Je prends ensuite 10^{cc} de ce bouillon que je mélange à 25^{cc} d'une solution forte de permanganate contenant $\frac{1}{100}$ de molécule, soit $3^{gr},18$, par litre. J'attends vingt-quatre heures. Il se fait un précipité ténu de sesquioxyde de manganèse hydraté que je sépare par la centrifugeuse. L'opération dure trois quarts d'heure environ. Le précipité est alors adhérent aux parois du verre; on peut décanter le liquide et laver ce précipité ou bien il se détache par plaques et une filtration sur de la laine de verre suffit pour le séparer. Après lavage on ajoute au filtratum une dissolution d'acide sulfureux fortement acidifiée par l'acide sulfurique et cela en quantité telle que cet acide sulfureux puisse réduire les 25^{cc} de la solution forte de permanganate primitivement introduits. Je titre ensuite l'excès d'acide sulfureux au moyen de la solution faible de permanganate et le nombre de centimètres cubes obtenu, rapporté à un gramme de matière, donne le pouvoir réducteur cherché.

» Cette manière d'opérer emploie arbitrairement comme oxydant le permanganate et mesure seulement le pouvoir réducteur des extraits aqueux, faits à 100°, des divers tissus. La composition de ces bouillons n'étant pas la même d'un tissu à l'autre, pour un même tissu seulement les nombres seront comparables.

» En revanche, par cette méthode, on a l'avantage d'opérer sur des cellules dont la composition se rapproche le plus possible de la composition normale du tissu vivant. L'animal, en effet, est tué par section du bulbe, puis ouvert et lavé avec une dissolution d'eau salée à 7 pour 100; le tissu est aussitôt rapidement haché et broyé, puis introduit dans un petit ballon taré qu'on pèse. On met à bouillir avec de l'eau et, dès lors, la cellule est complètement détruite. Toutes ces opérations demandent peu de temps. La vie résiduelle est donc réduite au minimum.

» On constate, en opérant ainsi, qu'en général, pour un même tissu, on obtient des résultats essentiellement variables; autrement dit, on a *des pouvoirs réducteurs* et non pas un pouvoir réducteur. Tandis que mes premières expériences faites sur le chien m'avaient donné, pour le cœur, les nombres 28 et 29,7, sensiblement constants (la méthode n'étant pas alors bien arrêtée et l'erreur pouvant atteindre plus de 1^{cc}), le foie m'avait donné 27,8 et 14,7 variant du simple au double. Le tissu du cœur est toujours très réducteur.

» J'ai cherché la raison de ces variations du foie dans le fonctionnement intermittent de cet organe. J'ai opéré sur le cobaye.

» Une série de ces animaux a été placée dans des conditions de vie analogue. Ils mangeaient le soir de 5^h à 6^h, le matin de $8^h 30^m$ à $9^h 30^m$.

» Ils ont été tués à des heures diverses de la période digestive et voici les résultats obtenus :

» Les chiffres suivants représentent, je le répète, le nombre de centimètres cubes d'une dissolution de permanganate de potasse à $1^{gr},59$ par litre que 1^{gr} de tissu peut réduire à l'état de sesquioxyde de manganèse.

	Pouvoir réducteur du foie.
Aussitôt après le repas	26,5
35^m après le repas	27,5
1^h »	25,1
$1^h 30^m$ »	26,9
$2^h 10^m$ »	17,7
3^h »	12,1
5^h »	25
7^h »	28,3
10^h »	34,4

» Les nombres sont suffisamment concordants, si l'on tient compte des différences individuelles, de l'incertitude inévitable sur le commencement de la période digestive et enfin de ce fait qu'on ne s'est pas astreint absolument à donner le repas à une heure bien déterminée et toujours la même.

» Il résulte de cette série d'expériences qu'au moment de l'activité de la cellule hépatique son pouvoir réducteur tombe rapidement.

» Le pancréas donne lieu aux mêmes observations, mais le phénomène est moins accentué :

	Pouvoir réducteur du pancréas.
Aussitôt après le repas	20,2
35^m après le repas	16,6
1^h »	15,8
$1^h 30^m$ »	14,4
$2^h 10^m$ »	12,8
3^h »	9,8
5^h »	11,6
7^h »	13,6
10^h »	15,4

» Ces nombres sont moins précis que tout à l'heure. J'ai dû opérer sur des quantités de matière moindre, mais le phénomène est le même.

» Ainsi, pour ces deux glandes, après le repas, commence une chute du pouvoir réducteur qui est complète vers la troisième heure. Ensuite le

pouvoir réducteur se relève au fur et à mesure que s'assimilent les produits de la digestion.

» L'acte digestif détermine donc le fonctionnement de ces glandes, mais il ne faudrait pas croire qu'il soit dû seulement à l'ingestion des aliments. Chez un animal qui mange d'ordinaire à 8^h du matin, la cellule hépatique commence à fonctionner vers 10^h, et *cela que l'animal ait mangé ou pas*. C'est là un exemple de mémoire cellulaire. A 10^h la cellule a l'habitude de fonctionner et elle fonctionne.

» Voici les expériences faites à ce sujet :

» *Expérience I*. — On donne à manger à un cobaye trois heures après l'heure habituelle et on le tue trois heures après ce repas.

» Au lieu de trouver pour le foie et le pancréas les nombres 12 et 9 correspondant à la troisième heure, on trouve les nombres 31,3 et 18,2 correspondant à peu près à la sixième.

» *Autre expérience*. — On tue à $10^h 30^m$ du matin un cobaye n'ayant pas mangé depuis la veille au soir à 5^h. On trouve pour le foie et le pancréas les nombres 14,7 et 15,9 correspondant à deux heures après le repas. Le fonctionnement de la cellule s'est donc fait comme d'habitude.

» Cette mémoire cellulaire peut conduire à de graves erreurs. Il faut donc en tenir compte dans les recherches physiologiques.

» Le fonctionnement du muscle donne lieu à des remarques analogues. Nous l'étudierons prochainement. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *L'exploration clinique des fonctions rénales et la glycosurie phloridzique*. Note de M. **Ch. Achard**, présentée par M. Lannelongue.

« L'examen des urines fournit au clinicien plusieurs moyens d'explorer les fonctions rénales. Par la recherche classique de l'albumine, il peut savoir si le rein malade laisse échapper une substance qu'il devrait retenir; par l'analyse quantitative de l'urine, si l'organe plus ou moins profondément lésé se prête, au contraire, avec une facilité moindre au passage des principes normaux.

» La méthode que nous avons instituée, il y a deux ans, avec M. Castaigne, ne se borne pas, comme les précédentes, à la simple observation de ce que le rein peut spontanément éliminer : elle provoque, par une épreuve spéciale, le passage d'une substance déterminée à travers l'organe.

Son principe peut se résumer ainsi : introduire sous la peau un corps facilement éliminable par l'urine, mais ne s'y rencontrant pas à l'état normal, et observer méthodiquement l'ensemble et les détails de son élimination. Le bleu de méthylène nous a paru convenir spécialement à cette exploration, mais il est clair que le choix du réactif indicateur ne saurait être exclusif et que le principe de la méthode subsiste, quel que soit le corps employé. Nous avons fait nous-mêmes des recherches comparatives avec plusieurs substances et d'autres observateurs nous ont suivis dans cette voie.

» Le choix des substances indicatrices devait nécessairement porter en première ligne sur celles qui n'entrent point dans la constitution de l'organisme et ne font guère que le traverser comme une sorte de corps étranger. Les éléments normaux de l'urine, en effet, conviendraient mal pour cette épreuve, car le taux de leur excrétion est influencé par le régime alimentaire, la nutrition générale, le fonctionnement d'autres organes que le rein.

» Mais entre ces deux ordres de substances, les unes complètement étrangères à l'organisme, les autres rejetées normalement par l'urine après avoir fait partie intégrante des tissus et des humeurs, il existe une catégorie intermédiaire, que représente le glycose : substance existant dans le sang, mais ne passant pas néanmoins dans l'urine à l'état physiologique. Au cours de plusieurs séries de recherches faites avec M. Castaigne et M. E. Weil, soit dans le diabète, soit dans la glycosurie provoquée artificiellement pour explorer les fonctions hépatiques (glycosurie alimentaire) ou la capacité glycolytique des tissus (glycosurie par injection sous-cutanée), nous avons pu constater que le mauvais état des reins gêne dans une certaine mesure l'élimination du glycose. Comme, d'autre part, plusieurs conditions faciles à réaliser permettent de faire apparaître temporairement le glycose dans l'urine, on conçoit la possibilité de tirer parti de cette substance pour l'étude des fonctions rénales.

» Seulement, on doit renoncer à opérer comme précédemment, car si l'on injectait du glycose sous la peau, il serait promptement arrêté par les tissus, et cela en des proportions très variables suivant l'état de leur nutrition. On peut même dire que l'apparition du sucre urinaire serait influencée beaucoup plus par l'aptitude glycolytique des tissus que par la perméabilité rénale.

» Il faut donc provoquer la glycosurie sans introduire de sucre dans l'organisme. Or la phloridzine nous en fournit le moyen. Elle a l'avantage

d'être inoffensive et, de plus, elle présente encore un intérêt particulier en ce qu'elle paraît déterminer la glycosurie en agissant sur le rein. Je ne rappellerai pas ici toutes les expériences physiologiques qui rendent vraisemblable cette manière de voir, mais je citerai seulement, comme se rapportant plus directement au sujet de la présente Note, les observations de Klemperer, d'après lesquelles l'ingestion de phloridzine n'a pas produit de glycosurie chez un certain nombre de malades atteints de lésions avérées des reins.

» Avec M. Delamare j'ai pu vérifier ces constatations et instituer, d'après ces données, une épreuve nouvelle, permettant d'explorer le rein au moyen de la glycosurie phloridzique. La phloridzine est injectée sous la peau à la dose minime de 5^{mgr} et le sucre est recherché dans l'urine recueillie méthodiquement à partir du moment de l'injection. Il importe, bien entendu, de s'assurer au préalable que le sujet n'est pas atteint de glycosurie spontanée.

» Quand les reins sont indemnes, le sucre passe dans l'urine pendant environ trois heures et sa quantité varie de $0^{gr},5$ à $2^{gr},5$. Dans la majorité des cas où l'ensemble des symptômes permet d'admettre un mauvais fonctionnement des reins, la glycosurie fait défaut ou bien elle est minime. Plusieurs autopsies, du reste, ont confirmé la valeur de l'épreuve.

» Ce procédé, qui diffère quelque peu, dans son mode d'action, des autres moyens d'exploration du rein, n'exclut, d'ailleurs, aucun d'eux. Il est même très facile d'injecter en même temps du bleu de méthylène et de la phloridzine, de manière à contrôler les uns par les autres les résultats des deux épreuves. Les éléments d'information ne sont jamais trop nombreux, en effet, quand il s'agit de fonctions comme celles du rein, dont l'état n'offre pas moins d'intérêt pour la pratique de tous les jours que pour l'étude de mainte question de Pathologie générale. »

PHYSIOLOGIE. — *Action du bain turc sur les organes internes.* Note de MM. **Bianchi** et **Félix Regnault**, présentée par M. Marey.

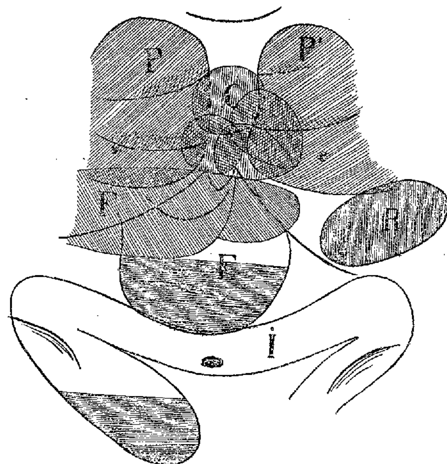
« Nous avons étudié les changements de volume et de position des principaux organes dans les bains turcs, en ayant soin d'écarter de nos recherches l'action du massage.

» Nous avons étudié plusieurs sujets d'âge différent, de 19 ans à 60 ans. La méthode adoptée a été la phonendoscopie.

» Les examens des principaux organes (poumons, cœur, foie, rate, estomac, cæcum et côlon) ont été pratiqués : 1° avant de commencer le bain; 2° après un séjour de dix minutes dans l'étuve à 50°C.; 3° après un

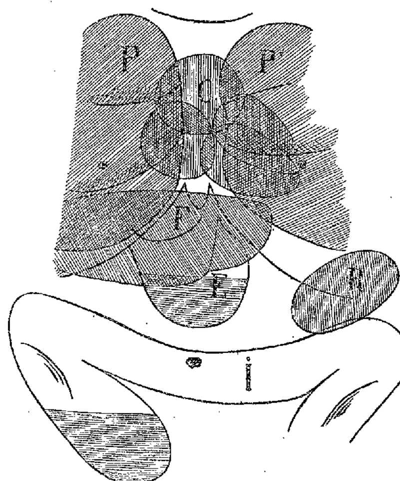
Projections phonendoscopiques d'un sujet adulte.

Fig. 1.



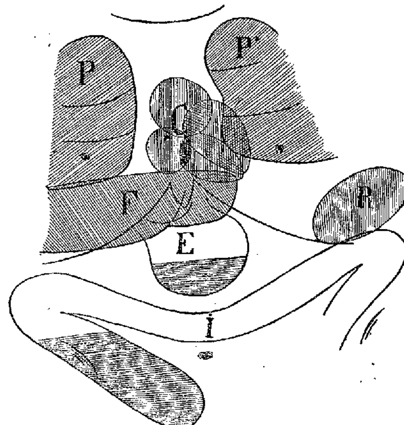
Avant le bain turc.

Fig. 2.



Après un séjour de quinze minutes dans l'étuve sèche à 55° et de trois minutes à 83°.

Fig. 3.



Après la douche et la piscine à la température de 12° C.

séjour de quelques minutes dans l'étuve à 80°; 4° après la douche graduellement refroidie; 5° après le passage en piscine à 12°C.; 6° enfin, après quelques minutes de repos.

» Voici les principales modifications de volume, de position et d'élasticité, constatées dans les organes :

» 1. *Modification de volume.* — Pendant le séjour dans l'étuve, les poumons et le cœur se dilatent dans tous leurs diamètres. Cette dilatation est constante, progressive et rapide. Elle est déjà marquée dans l'étuve à 50°, atteint son maximum dans l'étuve à 80°.

» Le foie et la rate ont fourni des résultats variables.

» L'estomac se dilate s'il est vide, mais s'il contient de la nourriture l'expulsion progressive du bol alimentaire amène sa diminution.

» Le cæcum et le côlon se dilatent.

» Le passage dans la douche et la piscine froide produit une rapide contraction de tous les organes, suivie, après un temps plus ou moins long, de dix à trente-cinq minutes, d'un retour des organes au volume initial.

» L'estomac reste rétréci.

» 2° *Déplacement des organes.* — Les modifications de volume des organes amènent des changements dans leur situation respective.

» Sous l'action de l'étuve sèche les poumons dilatés se rapprochent de la ligne médiane, des arcs costaux et de la fosse sus-claviculaire. Ils refoulent en bas le diaphragme.

» Le cœur dilaté se rapproche de la fourchette sternale et augmente la descente du diaphragme.

» Les organes abdominaux en rapport avec le diaphragme (foie, rate, estomac) sont refoulés en bas, mais cette descente est diminuée par la dilatation du cæcum et du côlon.

» Ceux-ci dilatés font une pression inverse à celle des organes thoraciques.

» L'estomac vide se dilate par le même mécanisme et s'oppose de son côté à la descente du diaphragme à gauche. Il se vide au contraire s'il est trop plein, étant pressé en haut par les poumons et le cœur, en bas par les intestins.

» Après la douche et la piscine froides les poumons diminuent, le diaphragme s'élève, entraînant avec lui le foie et la rate.

» Comme d'autre part l'estomac et les intestins se contractent, la cavité abdominale diminue.

» 3° *Élasticité des organes.* — Si l'on compare la valeur numérique de la dilatation maximum d'un organe avec le volume initial, on obtient un coefficient de dilatabilité de cet organe.

» On aura son coefficient de rétractibilité en comparant la rétraction maximum avec le volume initial.

» Ces deux termes de comparaison donnent la mesure de la puissance élastique totale de l'organe. Cette puissance atteint son plus haut degré dans les poumons, le cœur et l'estomac; viennent ensuite le côlon, le foie et la rate. En général, le coefficient de dilatabilité est plus petit que celui de rétractibilité, c'est-à-dire que le rapport entre le volume de l'organe dilaté et son volume initial est moindre que le rapport entre le volume de l'organe rétracté et son volume initial.

» L'élasticité des organes varie avec l'âge. Un organe se dilate et se rétracte plus dans la jeunesse que dans la vieillesse.

» Dans la jeunesse, la dilatation égale presque la rétraction; dans l'âge avancé, la dilatation est bien moins grande que la rétraction.

» Les bains turcs sont donc une pratique très recommandable de gymnastique des organes sains.

» Ils constituent, de plus, un moyen précieux pour juger du degré d'élasticité des organes. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Chute de grêle et trombe observées à Bizerte.* Lettre de M. **Voiellaud** à M. Mascart. (Extrait.)

» Le 2 octobre, vers 1^h de l'après-midi, un rideau de nuages commençait à monter du nord-ouest, refoulant avec peine le vent assez frais du nord-est; vers 4^h, il obscurcissait complètement l'horizon. L'observation des nuages indiquait alors une lutte très forte, à une faible altitude, entre les deux courants.

» Subitement ce voile de nuages se déchira; le ciel s'éclaircit, en même temps qu'éclatait une bourrasque violente de nord-ouest, passant en quelques minutes au nord et au nord-nord-est. Les nuages tourbillonnaient dans tous les sens. La grêle se mit à tomber, non pas menue et serrée, mais par blocs épars et énormes. Ces blocs étaient formés d'un noyau très dur de la grosseur d'un petit œuf de poule autour duquel semblaient être venus se souder des grêlons semblables en nombre plus ou moins grand; l'ensemble affectait une forme toute bosselée.

» Le poids de la plupart de ces grêlons variait de 200^{gr} à 350^{gr}, mais il y en eut de beaucoup plus volumineux. Un grêlon de 620^{gr} fut recueilli à bord du *Talisman;* un autre, tombé sur la *Tempête,* était plus gros qu'une carafe et son poids fut estimé à plus de 1^{kg}. On m'a affirmé enfin que, près des pêcheries, on avait ramassé un grêlon de plus de 1200^{gr}.

» Au cours de cette tourmente, les éclairs, accompagnés de tonnerre, se sont succédé pendant plus de deux heures.

. . . .

» Une chute de grêle analogue, moins abondante, mais où certains grêlons atteignaient les mêmes dimensions extraordinaires de 600^{gr}, 800^{gr} et plus, s'est produite, le 17 novembre, lors de l'ouragan qui s'est abattu sur la baie Sans-Nom, à Bizerte, et a été accompagnée d'une trombe et d'un raz de marée [1].

---

(1) On trouvera une description émouvante des effets de cet ouragan dans deux Notes

» Les caractères de l'orage sont ici différents. D'abord une succession de grains de directions variables, avec éclairs et tonnerre accompagnés de pluie et de grêle menue; le baromètre assez haut (760^{mm}) en baisse saccadée. Vers $11^h 45^m$ un roulement de tonnerre lointain (dans le sud-est) et très prolongé. Le ciel, dans le sud, a une teinte livide (gris vert) très frappante.

» Quelques minutes de calme, puis un coup de tonnerre violent et très rapproché.

« A midi la trombe arrive et c'est pendant les premières secondes que tombent les grêlons énormes dont j'ai parlé. Le phénomène a sûrement la même origine que celui du 4 octobre, mais cette fois, il ne ne nous a pas été possible d'observer la lutte des nuages. Le météore, en effet, de 800^m à 900^m de diamètre, environ, passait par son centre même sur nos navires, en imprimant à leurs baromètres enregistreurs une chute subite de 35^{mm}, suivie d'une ascension non moins rapide (¹). Ce vide central déterminait l'aspiration violente des eaux formant trombe et, par contre-coup, raz de marée. Nous nous trouvions dans une sorte de tourbillon aqueux opaque, d'une force irrésistible.

» A midi 10^m, il faisait de nouveau calme; le baromètre était à 758^{mm}, toujours en baisse légère; toute l'après-midi on a continué à voir des éclairs lointains, sans tonnerre. Le soir, l'atmosphère avait repris sa sérénité. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Mouvements barométriques sur l'orthogonal du méridien de la Lune.* Note de M. **A. Poincaré**, présentée par M. Mascart (²).

« Je continue à comparer, aux cotes barométriques de la veille, les cotes relevées à la même heure solaire et aux mêmes emplacements sur le méridien considéré.

Sur le passage d'une trombe dans la baie Sans-Nom, à Bizerte, le 17 *novembre* 1898, insérées dans le numéro de janvier des *Annales hydrographiques de la Marine;* l'une est de M. le capitaine de frégate Voiellaud, commandant la *Tempête,* l'autre de M. le lieutenant de vaisseau Bô, commandant la *Flèche.*

(¹) Le maximum de dépression connu jusqu'alors avait été observé lors de la trombe d'Asnières; il n'a pas atteint 10^{mm}. (E. M.)

(²) Voir *Comptes rendus* n° 19, 7 novembre 1898, page 742 : *Mouvements barométriques sur le méridien de la Lune.* Mêmes notations.

» Sur l'orthogonal du méridien de la Lune, l'effet instantané de son attraction est indépendant de l'onde et proportionnel à $\sin\lambda \sin\delta$ (1). C'est l'action continue de l'attraction sur tout l'hémisphère, qui donnerait, en lune boréale, ou australe, une baisse, ou une hausse, proportionnelle aux sommes, en la durée du jour, des $\sin\lambda \sin\delta$ et allant de zéro à l'équateur à son maximum au pôle.

» Mais le déplacement du méridien lunaire, les délaissés des variations de l'onde et surtout les refoulements opérés par la progression hélicoïdale de la Lune produisent, à une latitude moyenne, un mouvement barométrique inverse du mouvement général.

» Beaucoup plus encore que sur le méridien lunaire, où l'onde de l'instant imprime vigoureusement sa marque, les mouvements d'un jour à l'autre sont faibles et indécis sur l'orthogonal vers le passage de la Lune à l'équateur; la variation de la déclinaison dans le jour du passage étant d'environ 5°, le changement de signe dans le résultat du jour ne s'accuse que quand la Lune atteint le parallèle $\pm 3°$.

» J'exclus donc encore ici de mes moyennes les déclinaisons entre $\pm 3°$. En dehors de ces limites, on pourrait considérer comme trop influencés par la rapidité exceptionnelle des ondulations d'effet solaire les jours déjà écartés dans l'étude précédente. Cependant, pour ne pas laisser prise au doute, je n'ai, dans l'année, supprimé que trois jours, où se trouvait trop évidente, soit une influence solaire excessive, soit plutôt l'insuffisance des observations.

» Cette suppression faite, tous les cas peuvent rentrer dans le type, de lui-même assez élastique, de la baisse ou de la hausse sur tout le quart de méridien, sauf une interruption (2).

» Je trouve ainsi, pour 1883, les moyennes ci-après .

(1) λ latitude du point considéré, δ déclinaison de la Lune. Voir les formules : *Comptes rendus* n° 14, 4 avril 1898, page 1053.

(2) Si, ce qui arrive par exception, la baisse ou la hausse se poursuit de l'équateur au pôle, l'interruption, étant nulle, est comptée comme commençant et finissant à la latitude du minimum de baisse ou hausse. Si, ce qui est plus rare encore, on ne trouve, sur le quart de méridien, que hausse, puis baisse, on compte l'interruption de la latitude o au changement de signe.

Limites des hausses intermédiaires.

Déclinaison lunaire.	Degrés et dixièmes. Orthogonal W.			Orthogonal E.			Arc de baisse polaire.
+ 3° à + 10°	27,5	à	51,5	39,1	à	59,3	68,2
+ 10 + 15	28,8		56,4	31,2		59,1	64,5
+ 15 LB	33,4		54,1	37,4		60,7	65,2
LB + 15	41,5		59,7	38,3		59,2	61,1
+ 15 + 10	32,8		53,2	33,8		58,8	68,0
+ 10 + 3	27,7		54,2	38,9		56,7	69,1
Moyennes générales [1]..	33,1	(22,2)	55,3	37,3	(21,9)	59,2	65,5
Soit.......	34	(22)	56	37	(22)	59	65

Limites des baisses intermédiaires.

Déclinaison lunaire.	Degrés et dixièmes. Orthogonal W.			Orthogonal E.			Arc de hausse polaire.
— 3° à — 10°	35,8	à	63,9	29,6	à	53,7	62,4
— 10 — 15	41,4		63,1	35,2		53,1	63,8
— 15 LA	38,1		58,7	34,6		56,1	65,2
LA — 15	38,2		55,9	37,1		59,9	64,2
— 15 — 10	35,0		58,4	32,7		63,3	58,3
— 10 — 3	30,8		58,5	38,3		56,2	65,3
Moyennes générales [1]..	36,7	(22,5)	59,2	34,9	(22,1)	57,0	63,8
Soit.......	37	(22)	59	34	(22)	56	65

» L'interruption de la hausse, ou baisse, a une largeur de 22° dans les quatre situations. Son milieu est à 45° d'un côté et à 48° de l'autre; la différence de latitude de 3° s'inversant avec le signe de la déclinaison, ou d'un hémisphère à l'autre.

» Sur le méridien lunaire, sur son orthogonal, sur tout le globe, on a, aux antipodes, antagonisme régulier entre les moyennes des mouvements vus du centre, aussi bien qu'entre les actions instantanées. Si, après une révolution tropique, le méridien lunaire revenait au même emplacement,

---

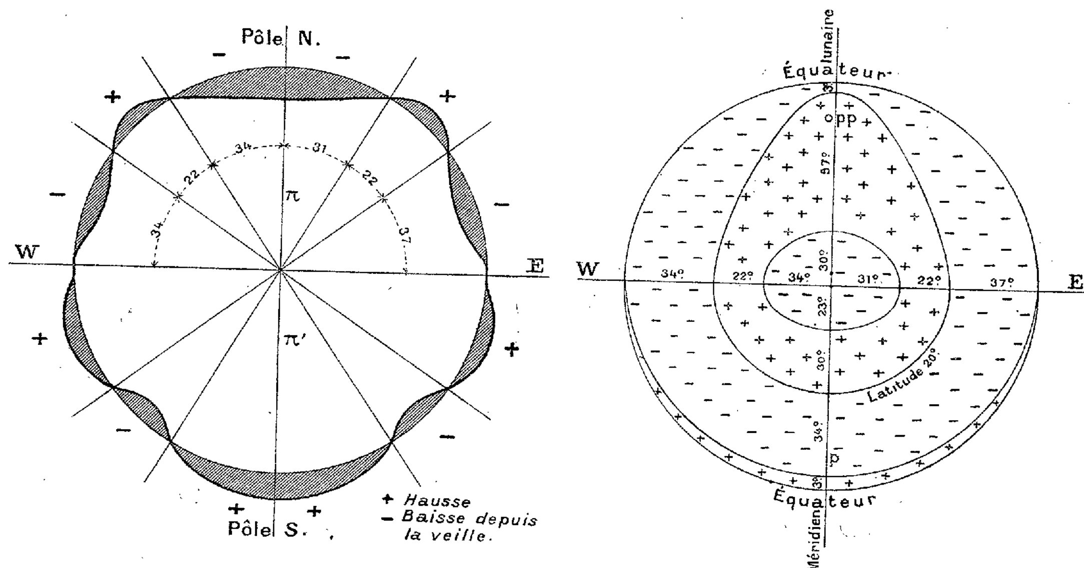
(1) En multipliant, comme précédemment, les nombres par les coefficients de durée 2, 1, 3, 3, 1, 2 des fractions de la demi-révolution et divisant par 12.

tous les mouvements successifs, pris d'un jour à l'autre, se trouveraient compensés entre eux en fin de révolution à tous les points du globe [1].

Provisoirement, le procédé employé ne tient compte ni des différences de durée des révolutions lunaires à courte échéance, ni du progrès des saisons, très peu sensible d'un jour à l'autre.

» L'oscillation de 3° tient à la rotation terrestre. L'orthogonal E garde son changement de signe à la même latitude que le quart *p*; l'orthogonal W venant de la situation *opp* l'a à une latitude plus basse.

» D'une façon générale, l'intervalle en signe contraire s'éloigne ou se



rapproche de l'équateur quand la Lune se rapproche ou s'éloigne de LB ou de LA.

» Pour qui songe à ce qu'est un degré dans des conditions aussi variables d'action et d'emplacement et au milieu de tant de risques d'erreur, la concordance des résultats ci-dessus est presque partout vraiment saisissante. Les écarts accidentels, qui sont noyés dans les moyennes générales, apparais-

(1) La grande différence entre les conditions d'ensemble des surfaces des deux hémisphères s'oppose sans doute à ce que, même dans les moyennes générales, les nœuds des mouvements se correspondent régulièrement aux extrémités des diamètres, comme le supposent mes schémas. Mais les compensations ne s'en établissent pas moins.

sent surtout sur l'orthogonal E en lune australe. Je m'abstiens de reviser et de discuter les chiffres. Je crains que, plus encore qu'à des groupements mal entendus, ces écarts, sans réelle importance, ne tiennent aux lacunes des documents compulsés et à mes propres erreurs d'appréciation ou de calcul.

» Le schéma ci-dessus des mouvements de l'hémisphère nord dérive des deux schémas sur les méridiens normaux.

» La forme des courbes séparatives des + et des — est, sauf une rectification de méridien, d'accord avec celle indiquée en 1888 à la suite de mes essais sur les effets de la révolution tropique et de la révolution de nœud et d'après les observations simultanées de 1879, 1880 et 1883. »

M. **J. Winter**, à propos d'une Note de M. *Bouchard*, intitulée : « Essai de cryoscopie des urines » (*Comptes rendus*, séance du 9 janvier), rappelle qu'il avait lui-même, en 1896, dans un article inséré aux *Archives de Physiologie* (t. VIII, p. 529, 534, 535 et 536), réuni trente-trois exemples de cryoscopie urinaire, avec les poids moléculaires moyens correspondants. Il faisait ressortir, en particulier, l'élévation de quelques-uns de ces poids moyens, se rapportant à des cas pathologiques spécifiés par des annotations. Il résumait comme il suit (p. 536) ce qui est relatif à ces *molécules urinaires* : « Les masses moléculaires moyennes oscillent étroitement autour d'une limite constante, voisine de 60. Elles ne s'en écartent sérieusement que dans les cas graves. »

Il avait d'ailleurs appliqué antérieurement ce principe des poids moyens à de nombreux exemples de liquides organiques divers (*loc. cit.*, t. VIII, p. 292, 294, 299, 304, 306), et insisté sur l'intérêt pratique qui s'y rattache.

Réserve faite des conclusions formulées par M. Bouchard et fondées sur ce principe, M. Winter croit devoir appeler l'attention sur des résultats qui ont été annoncés pour la première fois dans les *Comptes rendus* même, en 1895 (séance du 11 novembre 1895), et dont l'antériorité paraît incontestable.

La séance est levée à 4 heures et demie.

J. B.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 FÉVRIER 1899,

PRÉSIDENCE DE M. VAN TIEGHEM.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** transmet à l'Académie l'ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. le Dr **Roux**, dans la Section d'Économie rurale, en remplacement de feu M. *Aimé Girard*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Roux** prend place parmi ses Confrères.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelles recherches relatives à l'action de l'acide sulfurique sur l'acétylène;* par M. **Berthelot**.

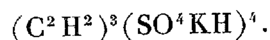
« I. La transformation de l'acétylène en phénol, par l'intermédiaire d'un dérivé sulfoné, a été l'objet d'expériences que j'ai présentées récemment à

l'Académie (*Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 908). Depuis, j'en ai poursuivi l'étude; j'ai exécuté l'analyse du composé en question et j'ai recherché si l'aldéhyde était susceptible de le produire. J'ai également fait quelques essais nouveaux sur l'hydratation de l'acétylène, par l'intermédiaire de ses combinaisons sulfuriques. Ce sont ces analyses et essais que je vais résumer.

» Le sel de potasse de l'acide acétylénosulfonique, signalé dans ma Note, a donné à l'analyse les résultats suivants, obtenus sur le composé desséché à 110° :

	Trouvé.	Calculé.
C	11,82	11,58
H	1,68	1,60
S	20,17	20,57
K	25,30	25,12
O	41,03	41,13
	100,00	100,00

» Le calcul a été établi d'après la formule brute suivante, déduite des rapports trouvés par l'analyse,



$$(C^2H^2)^3(SO^4KH)^4.$$

» La dose du potassium est très voisine de celle du sel

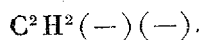


$$(C^2H^2)(SO^4KH)^2,$$

qui se produit simultanément, ainsi que je l'avais indiqué; mais la proportion des autres éléments est différente, ce qui montre la nécessité d'une analyse complète dans les cas de ce genre.

» La constitution du nouveau sel est facile à concevoir, d'après les règles connues sur la valence des éléments, ou plus simplement de l'acétylène, qui en est la conséquence.

» Envisageons, ainsi que j'ai coutume de le faire, l'acétylène comme un carbure incomplet du second ordre, c'est-à-dire comportant quatre valences non saturées



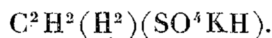
$$C^2H^2(-)(-).$$

» Ces quatre valences seront saturées par l'addition du carbure avec deux molécules de SO^4KH



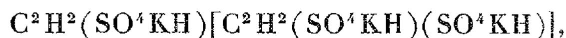
$$C^2H^2(SO^4KH)(SO^4KH),$$

molécules neutralisées d'ailleurs en raison du caractère même du carbure d'hydrogène. Nous aurons ainsi l'acétylénodisulfonate normal, c'est-à-dire le dérivé sulfoné répondant à l'iséthionate



$$C^2H^2(H^2)(SO^4KH).$$

» Cet acétylénodisulfonate pourra être substitué à SO^4KH dans sa propre formule



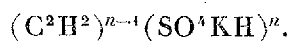
$$C^2H^2(SO^4KH)[C^2H^2(SO^4KH)(SO^4KH)],$$

et le sel résultant, substitué à son tour à SO^4KH dans la formule initiale



$$C^2H^2(SO^4KH)[C^2H^2(SO^4KH)(C^2H^2.SO^4KH.SO^4KH)].$$

» On obtient ici un triacétylénotétrasulfonate, engendré et neutralisé suivant des lois de saturation régulière. Il est facile de traduire ces relations dans les formules atomiques ordinaires, car elles reposent sur les mêmes principes de saturation ou valences. On voit d'ailleurs qu'il ne s'agit pas ici d'un système cyclique, c'est-à-dire dans lequel il y ait perte d'un certain nombre de couples de valences. En réalité, une loi génératrice très simple préside à la formation de tous ces composés, et il est facile de démontrer qu'ils rentrent tous dans une formule générale de condensation indéfinie, telle que



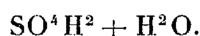
$$(C^2H^2)^{n-1}(SO^4KH)^n.$$

» En tout cas, le dérivé correspondant à 3 molécules d'acétylène engendre du phénol en proportion considérable, sous l'influence de l'hydrate de potasse, vers 250°.

» J'ai cherché si l'on obtenait un composé sulfoné analogue, en faisant absorber l'acétylène par l'acide sulfurique ordinaire, SO^4H^2, au lieu de l'acide fumant. A la suite d'une série de traitements semblables, je n'ai obtenu qu'une fort petite quantité d'un sel sulfoné de potassium incristallisable et soluble dans l'alcool aqueux. Ce sel, chauffé avec de l'hydrate de potasse vers 250°, puis décomposé par l'acide sulfurique étendu, a fourni à la distillation un liquide aqueux à odeur de phénol; et le dernier liquide a cédé à l'éther une proportion minime de matière; laquelle, traitée enfin par l'acide nitrique, et évaporée, a donné un composé jaune. Celui-ci, repris par l'acétate de potasse, a fourni à peine quelques cristaux microscopiques de picrate et un indice de coloration d'isopurpurate par le cyanure de potassium. Il s'est donc produit également du phénol, mais à l'état de traces seulement, dans les conditions précédentes.

» J'en ai également obtenu des traces très minimes, en soumettant à des traitements semblables : d'une part, l'aldéhyde pur réagissant sur l'acide sulfurique fumant; d'autre part, le paraldéhyde. Le phénol paraît, d'ailleurs dans ces conditions, mélangé de composés congénères, dérivés de carbures benzéniques plus condensés en C^8, C^{10}, etc., lesquels forment des résines nitrées. Mais aucune de ces actions n'a donné des produits comparables, en quantité ou en nature, avec ceux de l'acétylénosulfonate étudié plus haut.

» II. Dans le cours de ces recherches, je me suis attaché spécialement à reproduire l'hydrate d'acétylène, que j'avais observé autrefois. Mais je n'en avais pas fait une étude approfondie, que l'altérabilité de ce corps rend extrêmement difficile. On n'en obtient guère, lorsqu'on fait absorber l'acétylène par l'acide sulfurique fumant. Mais on réussit mieux avec l'acide sulfurique ordinaire, SO^4H^2, et mieux encore avec cet acide uni à une molécule d'eau



$$SO^4H^2 + H^2O.$$

Les produits obtenus ont une constitution différente, suivant les conditions des préparations.

» 1° L'acide ordinaire, SO^4H^2, a été saturé d'acétylène à froid (80 volumes environ), puis abandonné à lui-même pendant plusieurs jours, avant de l'étendre d'eau. On a ensuite distillé lentement, de façon à décomposer l'acétylénosulfate; puis on a concentré la partie la plus volatile, par des distillations fractionnées successives. On a obtenu finalement un produit qui ne réduit pas à froid l'azotate d'argent ammoniacal (formé en proportions limites), du moins dans l'espace d'une demi-heure.

» Ce produit était constitué principalement par de l'aldéhyde crotonique, transformable par l'oxyde d'argent ordinaire, vers 60°, en acide crotonique, qui a été isolé et analysé. Ce sont là d'ailleurs des faits connus.

» 2° Mais les produits sont différents, lorsqu'on a ménagé l'action de l'acide sur l'acétylène : par exemple, en faisant absorber ce gaz par un excès d'acide, $SO^4H^2 + H^2O$: absorption qui a lieu plus lentement et conformément à des observations que j'ai publiées en 1877 (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. XII, p. 294). Aussitôt l'absorption accomplie, dans la proportion de 12 volumes environ de gaz pour 1 volume de liquide, le produit a été versé dans l'eau, soit un litre d'eau par litre de gaz absorbé. On a distillé très lentement, de façon à décomposer l'acide acétylénosulfurique, et l'on a recueilli le quart du liquide. Ce quart, à son tour, a été

redistillé, de façon à en recueillir le dixième; puis, dans une troisième distillation, on a recueilli deux dixièmes successifs du liquide précédent.

» [1] Le premier dixième était de l'eau, surnagée par une liqueur huileuse.

» [2] Le second dixième constituait une liqueur homogène.

» Le premier liquide [1] contient une forte dose d'aldéhyde crotonique; mais cet aldéhyde est mélangé avec un composé différent, qui réduit à froid, au bout de quelques secondes, l'azotate d'argent ammoniacal limite [1], en fournissant un précipité noir, précisément à la façon de l'oxyde de carbone. Or, cette propriété n'appartient ni à l'aldéhyde éthylique, ni à l'aldéhyde crotonique, dont l'action à froid est beaucoup plus lente.

» En fait, le réactif étant mis en présence d'un excès d'aldéhyde ordinaire pur, il se forme d'abord des cristaux incolores et un précipité blanc; tandis qu'avec une trace seulement d'aldéhyde il y a réduction métallique. Mais cette dernière réduction ne se manifeste guère qu'au bout d'une demi-heure (température vers 12°), et elle fournit un miroir blanc et brillant d'argent métallique : ce qui n'a pas lieu avec le dérivé acétylénique.

» Il est utile d'ajouter que le produit [2], lequel ne saurait plus renfermer d'aldéhyde éthylique, mais seulement un composé peu volatil, réduit l'azotate d'argent ammoniacal limite, de la même manière que le produit [1] et immédiatement.

» Le composé qui manifeste ainsi des réactions semblables à celles de l'oxyde de carbone, mais différentes des réactions des aldéhydes éthylique et crotonique, est un dérivé direct de l'acétylène : tel qu'un dihydrate (glycol acétylénique : $C^2H^2.H^2O.H^2O$), ou un monohydrate (alcool acétylénique, autrement dit vinylique : $C^2H^2.H^2O$), ou plutôt un éther mixte, dérivé de ces hydrates.

» Si l'on se rappelle avec quelle facilité le glycol ordinaire, soumis directement aux agents déshydratants, fournit, dans la plupart des circonstances, — au lieu de son dérivé normal, l'éther glycolique, C^2H^4O (pseudoxyde d'éthylène), — un corps isomère, l'aldéhyde éthylique; et si l'on ajoute que l'éther glycolique devient aldéhyde avec un dégagement de chaleur considérable ($+33^{Cal}$ d'après mes expériences), on comprendra mieux

(1) C'est-à-dire ne renfermant que la dose d'ammoniaque strictement nécessaire pour maintenir l'argent en dissolution.

comment les hydrates d'acétylène proprement dits (composés vinyliques) doivent se changer aisément, par un mécanisme analogue, en aldéhyde éthylique et dérivés aldéhydiques. C'est ce que montrent en effet les expériences précédentes. L'action prolongée de l'acide sulfurique concentré sur l'acétylène ne fournit guère que de l'aldéhyde crotonique; tandis que la même action, de courte durée et affaiblie par l'addition à l'acide d'une molécule d'eau, laisse apparaître les dérivés proprement dits de l'acétylène.

» L'existence propre de ces dérivés, spécialement celle des acides glycollique et congénères, qui en caractérisent l'oxydation, rend également compte des observations suivantes.

» Les liquides distillés successifs [1] et [2] ont été étendus d'eau et mis séparément en digestion à froid, pendant quelques heures, avec de l'oxyde d'argent. Puis on a décanté, filtré et évaporé dans le vide, sur l'acide sulfurique. On a obtenu des sels d'argent cristallisés, où l'on a dosé ce métal. La proportion du métal a été voisine de celle du glycollate. Notamment, la liqueur [2], dans laquelle il n'existait plus d'aldéhyde éthylique, a fourni $Ag = 58,6$ centièmes; au lieu de 59 indiqués par le calcul. Il est probable que le sel analysé contenait quelque dose de crotonate (56,0).

» Les faits suivants sont caractéristiques.

» Après réaction et lavage, l'oxyde d'argent, mélangé d'argent et de sels peu ou point solubles, a été séparé de la liqueur ci-dessus, puis agité avec une solution aqueuse d'hydrogène sulfuré, ajoutée peu à peu jusqu'à l'absence de réaction apparente. On a filtré alors : ce qui a fourni un liquide incolore et l'on a chauffé quelques instants au bain-marie : ce qui a donné lieu à un précipité noir de sulfure d'argent, régénéré au moyen des éléments du sel demeuré dissous; à la façon du sulfure d'argent, obtenu au moyen de l'hyposulfite du même métal. La liqueur filtrée de nouveau était incolore : elle ne contenait pas d'acide oxalique. Réchauffée une seconde fois, elle s'est encore troublée, en précipitant du sulfure d'argent. Ces phénomènes signalent l'existence d'un sel d'argent soluble, formé par un acide sulfuré (acide thioglycollique, probablement), lequel se décompose peu à peu, en régénérant du sulfure d'argent.

» Ce n'est pas tout. La dernière liqueur, filtrée pour la troisième fois et claire, a été neutralisée exactement avec de l'eau de chaux. On a obtenu une dissolution incolore, renfermant à la fois de la chaux et de l'oxyde d'argent, probablement à l'état de sel double, encore sulfuré. La chaux n'y avait pas précipité l'oxyde d'argent, pas plus que les alcalis ne le pré-

cipitent en présence de l'hyposulfite de soude. En fait, cette dissolution évaporée au bain-marie a donné, au bout d'un temps assez long, un abondant précipité noir de sulfure d'argent, précipité dont j'ai vérifié spécialement les éléments, soufre et argent, en le redissolvant (après lavage) dans l'acide azotique bouillant.

» Enfin dans la dernière liqueur il est resté un sel calcaire blanc, soluble, neutre, exempt d'argent et de soufre, ne contenant pas d'acide acétique.

» L'ensemble de ces caractères ne laisse, je crois, aucun doute sur l'existence d'un sel d'argent oxysulfuré, soluble, formé pendant la réaction de l'hydrogène sulfuré sur l'oxyde d'argent; le tout conformément d'ailleurs à certaines observations de Bottinger, relatives à une réaction semblable de l'acide oxyglycollique (*Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. CXCIX).

» L'acide que j'ai observé résulte des actions simultanées de l'oxyde d'argent et de l'hydrogène sulfuré sur un dérivé acétylénique : dès lors il ne saurait guère être autre chose qu'un acide thioglycollique, $C^2H^4O^2S$, ou thioxyglycollique, doué de la double fonction d'acide et de mercaptan (alcool sulfuré). J'ai observé autrefois (¹) la transformation facile et normale de l'acétylène en acide glycollique, par l'intermédiaire du perchlorure d'acétylène, $C^2H^2Cl^4$, agissant sur la potasse alcoolique,



$$C^2H^2Cl^4 + 3H^2O = C^2H^4O^3 + 4HCl. \text{ »}$$

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Le phénomène de Hall et la théorie de Lorentz.* Note de M. **H. Poincaré.**

« On sait que M. Lorentz a imaginé une théorie de l'électricité où le rôle essentiel est joué par des particules chargées appelées *ions* ou *électrons*, qui sont censées parcourir librement les conducteurs. Je voudrais faire quelques réflexions au sujet de la façon dont s'explique dans cette théorie le phénomène de Hall.

» Soient e la charge électrique d'une particule; ξ, η, ζ les composantes de sa vitesse; f, g, h celles du déplacement électrique; α, β, γ celles de la force magnétique, k_0 l'inverse du carré de la vitesse de la lumière; l'action du champ sur la particule projetée sur l'axe des x sera, d'après la théorie

(¹) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 4ᵉ série, t. XIX, p. 436; 1870.

de Lorentz,

$$\frac{4\pi ef}{k_0} + e(\eta\gamma - \zeta\beta).$$

D'autre part, le frottement subi par la particule aura pour composantes

$$-\frac{\xi}{\lambda}, \quad -\frac{\eta}{\lambda}, \quad -\frac{\zeta}{\lambda},$$

λ étant un certain coefficient, d'où l'équation

$$\xi = e\lambda\frac{4\pi f}{k_0} + e\lambda(\eta\gamma - \zeta\beta). \tag{1}$$

Soit $D\tau$ un petit élément de volume du conducteur; les composantes du courant seront

$$p = \frac{\Sigma e\xi}{D\tau}, \qquad q = \frac{\Sigma e\eta}{D\tau}, \qquad r = \frac{\Sigma e\zeta}{D\tau},$$

en étendant la sommation à toutes les particules contenues dans l'élément $D\tau$. On trouve ainsi

$$p = \sum\frac{e^2\lambda}{D\tau}\frac{4\pi f}{k_0} + \gamma\sum\frac{e^2\lambda\eta}{D\tau} - \beta\sum\frac{e^2\lambda\zeta}{D\tau}; \tag{2}$$

comme $e\lambda$ est très petit, on a, en première approximation, $\xi = \eta = \zeta = 0$; en seconde approximation, (1) et (2) nous donnent

$$\xi = e\lambda\frac{4\pi f}{k_0}, \qquad p = \sum\frac{e^2\lambda}{D\tau}\frac{4\pi f}{k_0}; \tag{3}$$

Dans la seconde équation (3), le premier facteur du second membre $\sum\frac{e^2\lambda}{D\tau}$ représente la conductibilité spécifique; nous poserons donc

$$\sum\frac{e^2\lambda}{D\tau} = C;$$

le second facteur représente la force électromotrice; on a donc

$$\xi = \frac{e\lambda}{C}p,$$

et, de même,

$$\eta = \frac{e\lambda}{C}q, \qquad \zeta = \frac{e\lambda}{C}r.$$

L'équation (2) donne alors

$$p = C\frac{4\pi f}{k_0} + \frac{\Sigma e^3\lambda^2}{D\tau}(q\gamma - r\beta),$$

ou

$$p = C\left[\frac{4\pi f}{k_0} + \frac{\Sigma e^3\lambda^2}{CD\tau}(q\gamma - r\beta)\right].$$

Généralement $\Sigma e^3\lambda^2$ est négligeable et il reste simplement

$$p = C\frac{4\pi f}{k_0}.$$

Si, au contraire, $\Sigma e^3\lambda^2$ n'est pas négligeable, à la force électromotrice $\frac{4\pi f}{k_0}$ vient s'ajouter une force électromotrice supplémentaire

$$\frac{\Sigma e^3\lambda^2}{CD\tau}(q\gamma - r\beta).$$

C'est la force électromotrice de Hall.

» Mais voici la réflexion à laquelle je voulais en venir. Il y a d'autant plus de chance que Σe^3 soit grand que Σe sera lui-même plus grand, c'est-à-dire que le conducteur sera fortement chargé.

» On serait conduit à rechercher si le phénomène de Hall n'existe pas pour tous les métaux quand ils portent une forte charge et s'il ne change pas de signe avec cette charge, quand cette charge est très forte.

» L'expérience serait intéressante ; elle ne saurait toutefois être décisive ; si elle réussissait, en effet, le succès pourrait s'expliquer d'une foule de manières, en dehors de la théorie de Lorentz. Si, d'autre part, elle échouait, ce ne serait pas un argument irréfutable contre cette théorie, puisque nous ne pouvons *a priori* nous faire aucune idée de l'ordre de grandeur du phénomène. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *La vie en milieu confiné;* par M. **d'Arsonval**.

« En présentant l'intéressante Note de M. Desgrez et Balthazard ([1]), je crois devoir la faire précéder de quelques considérations et rappeler sommairement certains points de l'historique de la question.

» Qu'un animal à sang chaud puisse vivre normalement dans un milieu absolument clos, à la condition qu'on absorbe l'acide carbonique qu'il dégage, et qu'on remplace l'oxygène qu'il absorbe, cela ne fait pas question. Il y a longtemps que Regnault et Reiset ont démontré le fait, pour les petits

---

([1]) Voir plus loin, à la Correspondance, p. 361.

animaux, et plus tard, Reiset tout seul, pour les gros animaux. Leurs mémorables expériences sont trop connues de tous pour que j'insiste.

» Ces auteurs ont démontré ainsi qu'une quantité limitée d'azote pouvait servir indéfiniment à la respiration d'un animal supérieur.

» On en a conclu que le rôle de l'azote dans la respiration était nul ou qu'il servait tout au plus à modérer l'action comburante de l'oxygène, à la façon dont l'eau tempère un vin trop généreux. La première opinion a été tout récemment encore acceptée par un physiologiste de talent, M. Laborde, qui dit : « *L'azote paraît jouer un rôle purement passif dans la fonction respiratoire* (¹). »

» Non seulement je crois cette opinion trop absolue, mais j'espère montrer bientôt qu'elle est inexacte. Sans vouloir discuter actuellement à fond cette question, je me bornerai à dire que nombre d'expériences, encore en partie inédites, m'ont amené à penser que l'azote joue un rôle capital dans les phénomènes respiratoires, et que, notamment, c'est grâce à sa présence que l'acide carbonique peut sortir aussi rapidement du sang qu'il le fait.

» Il faut également tenir compte, dans l'air confiné, de la présence des toxines volatiles que Brown-Séquard et moi avons appelées *le poison pulmonaire* et dont nous avons montré la puissance nocive par nombre d'expériences. Nous avons prouvé que ce poison était absorbé et neutralisé par les acides (²).

Donc il est démontré depuis longtemps que, en absorbant l'acide carbonique émis et en remplaçant l'oxygène absorbé, on peut faire vivre un animal supérieur avec une quantité limitée d'azote, dans un espace absolument clos.

» Regnault et Reiset remplissaient cette double condition au moyen d'un dispositif mécanique connu de tous les physiologistes.

» Tout récemment, dans la Communication citée plus haut, MM. Laborde et Jaubert ont annoncé qu'ils avaient découvert une substance chimique qui remplissait ce double rôle sous un poids relativement léger et par *une seule opération*, pour employer leurs propres expressions.

» Ces auteurs ayant livré à la publicité seulement leurs résultats, mais

---

(¹) Laborde et Jaubert, Communication à l'Académie de Médecine, séance du 24 janvier 1899.

(²) Voir Brown-Séquard et d'Arsonval, *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 28 janvier et 4 février 1888.

point leur méthode, il est actuellement impossible de juger scientifiquement la valeur du procédé.

» Quoi qu'il en soit, l'occasion me paraît propice pour rappeler que j'ai fourni moi-même une solution de ce problème, moins élégante peut-être, mais tout aussi efficace, il y a dix-sept ans (1). Dans la Note à laquelle je fais allusion, j'indique un procédé pour préparer l'oxygène *à froid*, basé sur la décomposition mutuelle de l'eau oxygénée et de l'acide chromique.

» Voici comment j'utilisai ultérieurement ce procédé pour modifier l'appareil de Regnault et Reiset. L'animal était enfermé hermétiquement dans une cloche tubulée. A la partie supérieure de la cloche, je disposais un grand cristallisoir rempli de menus fragments de chaux sodée; au centre du cristallisoir, et sous la tubulure de la cloche, était un vase rempli à moitié d'une solution concentrée d'acide chromique, ou de bichromate de potasse, fortement acidulée par l'acide sulfurique. Par la tubulure de la cloche passait, au travers d'un bouchon de caoutchouc, un tube capillaire en verre relié à un flacon de Mariotte, placé au dehors à hauteur convenable, et qui contenait de l'eau oxygénée.

» Dans ces conditions, l'appareil fonctionne *automatiquement* pour absorber l'acide carbonique émis par l'animal et pour lui restituer l'oxygène qu'il a consommé.

» La chaux sodée, absorbant l'acide carbonique et en partie la vapeur d'eau, crée une dépression dans l'air de la cloche. Cette dépression fait tomber dans l'acide chromique un peu de l'eau oxygénée contenue dans le flacon de Mariotte. Aussitôt il se dégage à froid de l'oxygène, qui rétablit la pression primitive dans la cloche et arrête l'écoulement de l'eau oxygénée. Par ce moyen, la composition de l'air de la cloche reste *automatiquement* constante par le jeu même de l'appareil.

» Dans d'autres expériences, j'ai remplacé la chaux sodée par une solution concentrée de potasse, pour absorber l'acide carbonique et une partie de la vapeur d'eau. Dans ce cas, la solution de potasse, au lieu d'être versée directement dans le cristallisoir, remplit dix ou douze vases poreux de pile, placés dans le cristallisoir. La solution de potasse filtre ainsi lentement à travers les vases et renouvelle constamment les surfaces absorbantes, qui peuvent être rendues très grandes.

» Au lieu d'être placé hors de la cloche, le flacon contenant l'eau oxy-

(1) Voir d'Arsonval (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, séance du 1er avril 1882, présidence du Dr Laborde).

génée pourrait être évidemment tout aussi bien à l'intérieur, où un indicateur de pression le ferait fonctionner de même pour maintenir cette pression constante.

» Ce problème intéressant de la vie dans un espace absolument clos ou délétère est susceptible de recevoir évidemment bien des solutions. L'Académie se souvient sans doute que, dans la Communication verbale que je lui ai faite le 23 mai dernier, en lui présentant un flacon d'air liquide, j'ai insisté sur la facilité qu'offrait ce corps pour pénétrer dans des milieux irrespirables; je rendrai compte incessamment des expériences poursuivies dans cet ordre d'idées.

» Ce corps est très maniable, depuis que nous savons le conserver plus de quinze jours en vases ouverts. Il a de plus l'avantage de présenter, sous le minimum de poids et de volume, le maximum de ce *Pabulum vitæ :* l'oxygène, à l'état de pureté. »

CHIRURGIE. — *Nouveaux faits relatifs à la résection sous-périostée du coude. Autopsie d'un coude réséqué totalement depuis vingt-huit ans et reconstitué en une néarthrose solide et énergiquement mobile, ayant tous les caractères d'un ginglyme parfait;* par M. **Ollier.**

« J'ai, à plusieurs reprises, entretenu l'Académie de la reconstitution des articulations après les résections sous-périostées, et ce n'est pas de cette question générale que je viens l'entretenir aujourd'hui.

» La régénération osseuse chez l'homme ne peut plus être mise en doute, mais la question est si étendue et si complexe qu'il me paraît utile d'apporter de nouveaux documents pour dissiper les incertitudes qui règnent encore sur certains points incomplètement étudiés jusqu'ici. Il y a, dans cet ordre d'idées, des vérifications anatomiques qu'on ne peut faire qu'avec le temps et par un concours de circonstances purement accidentelles. Il est, en outre, une démonstration que le temps seul permet de fournir : c'est celle de la permanence des résultats se prolongeant pendant trente ou trente-cinq ans ([1]), sans autre déchet que la diminution des forces due à l'affaiblissement pathologique ou sénile portant sur l'ensemble de l'organisme.

([1]) La plus ancienne de mes résections du coude, faite sur des sujets actuellement vivants, remonte à trente-cinq ans (1864). Mon opérée, qui est bien portante d'ailleurs, a conservé une articulation mobile et gagne sa vie comme femme de ménage.

» Cette première Communication a pour but de relater l'autopsie d'un coude réséqué par moi, le 17 juin 1870, pour une ostéo-arthrite tuberculeuse avec fongosités très abondantes et fistules ossifluentes multiples. Mon opéré est mort en octobre 1898, c'est-à-dire vingt-huit ans et quatre mois après la résection. Il n'a pas succombé à la tuberculose, dont à plusieurs reprises on avait craint, depuis quelques années déjà, le retour dans le poumon. Son articulation réséquée a été absolument indemne. Il a succombé à une affection néoplasique des vertèbres complètement différente de la turberculose.

» Ce qui fait l'intérêt de cette autopsie c'est qu'elle a porté sur un sujet présentant un des plus beaux résultats que j'aie obtenus, tant au point de vue orthopédique qu'au point de vue fonctionnel (*Traité des Résections*, t. II, p. 350 et suiv.). Le coude était reconstitué en un ginglyme parfait; il présentait une solidité latérale absolue et jouissait de mouvements complets et très énergiques de flexion et d'extension (ces derniers s'étaient cependant limités depuis quelques années à la suite de douleurs rhumatoïdes). Des muscles puissants s'inséraient autour de l'articulation à leur place normale. La néarthrose était déterminée par la rencontre et l'exacte adaptation des nouvelles tubérosités humérales avec les extrémités, également de nouvelle formation, des os de l'avant-bras, et, en particulier, avec un olécrane large et épais qui se logeait, dans l'extension complète, dans une fosse olécranienne déterminée en arrière par la saillie des deux tubérosités latérales de l'humérus. C'est le coude gauche qui avait été réséqué. Or notre opéré portait de ce côté avec la main, et *à bras tendu horizontalement*, un poids de 17^{kg}. Le membre normal, c'est-à-dire le membre droit, en portait 20 dans les mêmes conditions. C'est à peu près la différence qu'on observe normalement entre le membre droit et le membre gauche, chez les droitiers.

» Depuis sa guérison, notre opéré avait mené la vie la plus pénible, travaillant toujours soit comme ouvrier tuilier, soit comme vigneron. Il avait une telle ardeur au travail qu'il répétait volontiers qu'il gagnait six francs pendant que ses camarades en gagnaient cinq. Il a continué de travailler jusqu'en juin 1898. A ce moment il vint à la clinique, se plaignant de douleurs sourdes et continues dans les reins et d'impossibilité de marcher.

» Je crus tout d'abord à une poussée tuberculeuse dans les vertèbres, mais c'était une erreur. A l'autopsie on trouva des masses cancéreuses dans les vertèbres, les côtes, la clavicule.

» La principale tumeur avait détruit les corps des premières vertèbres

lombaires et avait perforé le canal médullaire. Le tissu néoplasique était du cancer alvéolaire.

» Malgré l'atrophie des muscles, qui avait progressé rapidement dans les trois derniers mois passés au lit avec des souffrances excessives dans le thorax et la région lombaire, la néarthrose avait conservé la conformation et la structure qu'elle avait acquises par le fait de la résection sous-capsulo-périostée, c'est-à-dire par le fait de la conservation du canal périostéo-capsulaire, constitué à la fois par l'organe de la régénération osseuse et les tissus propres à assurer la forme, la solidité et en même temps la mobilité régulière des masses osseuses néoformées.

» Cette autopsie va donc nous permettre de nous rendre compte des particularités anatomiques en rapport avec le fonctionnement d'une néarthrose qui avait réalisé tout ce qu'on peut espérer au point de vue orthopédique et fonctionnel.

» On constate d'abord autour de l'articulation des muscles épais, encore bien nourris, malgré l'atrophie éprouvée dans les derniers mois de la vie, et régulièrement implantés sur les tubérosités nouvelles. Le triceps s'insère, par un large et épais tendon, sur un olécrane notablement plus épais que l'olécrane normal. Tous les autres muscles (sauf le petit anconé qui s'atrophie toujours par le fait de la section de son nerf) se trouvent dans les mêmes conditions; le branchial antérieur, entre autres, s'insère sur une apophyse coronoïde de nouvelle formation. Entre l'olécrane et la tubérosité interne de l'humérus se voit un canal dans lequel est logé le nerf cubital.

» L'adaptation et l'articulation des tubérosités osseuses de nouvelle formation se fait d'une manière qui rappelle complètement la disposition du coude normal, comme le montrent les aquarelles que je mets sous les yeux de l'Académie. La masse osseuse reproduite paraît plus volumineuse que la partie analogue du coude sain. L'olécrane est plus large et plus épais; du côté de l'humérus, le diamètre bicondylien mesure 75^{mm} pour le membre opéré et 70^{mm} pour le membre sain. Il y a cependant une modification, que j'ai depuis longtemps signalée, dans la forme des tubérosités humérales. Au lieu d'être transversales, elles se dirigent en bas, sous forme d'appendices malléolaires. Elles emboîtent les os de l'avant-bras, comme les malléoles tibiale et péronière emboîtent l'astragale, et augmentent ainsi la solidité de la néarthrose. L'aspect extérieur de la néarthrose, dont les pièces constituantes sont exactement adaptées par la capsule et les ligaments périphériques, donne l'impression d'une articulation très solide, impression que confirme l'impossibilité d'imprimer le moindre mouvement de latéralité aux os de l'avant-bras.

» La coupe des os présente des particularités importantes à signaler au point de vue de la structure des éléments constitutifs de la néarthrose. J'avais réséqué une hauteur de 64^{mm} de la colonne osseuse, 45^{mm} sur l'humérus, 19^{mm} sur le cubitus au-dessous de la cavité sygmoïde, c'est-à-dire sans compter l'olécrane; hauteur un peu moindre du radius. Il est impossible de se rendre exactement compte, sur l'humérus, des limites de l'os ancien. La fusion est complète entre la masse osseuse nouvelle et l'os ancien, et ce

n'est que par la mensuration des deux humérus qu'on voit que la néoformation a été surtout latérale. Du côté du cubitus on peut mieux se rendre compte des limites de l'os ancien, et l'on voit alors que toute la masse olécranienne, la cavité sygmoïde et l'apophyse coronoïde sont de formation nouvelle. Le tissu de l'olécrane est compact en arrière, très dur, mamelonné extérieurement, mais lisse et recouvert d'un périoste très adhérent. La conformation intérieure est très irrégulière et l'on voit, sous l'apophyse coronoïde, un sillon vermiculaire pénétrant dans la masse olécranienne et rempli d'un tissu fibreux d'aspect chondroïde. Une nouvelle tête du radius s'articule avec l'humérus, mais au lieu d'une cupule circulaire, il y a une surface articulaire antéro-postérieure. L'irrégularité de cette surface et la présence de saillies irrégulières sur le bord externe de l'olécrane expliquent pourquoi les mouvements de pronation et de supination ne pouvaient pas atteindre leur amplitude normale.

» La cavité articulaire n'existe pas, à proprement parler, sur toute l'étendue de la surface humérale. C'est seulement au milieu, dans l'espace trochléen, qu'il y a une cavité distincte. A ce niveau, la surface humérale est lisse, mais ne présente pas de cartilage; c'est une surface osseuse, lisse, polie comme de la porcelaine, qui joue sur un ménisque fibreux interposé entre l'humérus et le cubitus.

» Sur les côtés, au niveau des tubérosités humérales, c'est par un tissu fibreux lâche que les os sont unis. Les circonstances dans lesquelles a été pratiquée l'autopsie n'ont pas permis de s'assurer si la partie fibreuse de la loge articulaire était recouverte d'une véritable couche épithéliale.

» Quant à la structure de l'ensemble des parties osseuses néoformées, je les ai trouvées moins compactes que dans des autopsies plus récentes; tout en restant compactes sur certains points (saillies malléoliformes), elles se sont raréfiées dans d'autres, et au niveau de la réunion probable des parties néoformées avec les parties anciennes on retrouve une architecture qui rappelle la disposition normale des trabécules du tissu spongieux.

» Telle est la constitution de cette néarthrose qui démontre ce qu'on peut obtenir comme résultat définitif et permanent de la résection sous-périostée du coude. C'est la plus ancienne résection dont j'aie pu faire l'autopsie. Je n'en avais pas au delà de huit ans, et celle-ci nous donne l'état de la néarthrose vingt-huit ans et quatre mois après l'opération. Je ne connais pas dans la littérature médicale de cas qui puisse lui être comparé. C'est donc un fait unique jusqu'ici, et qui me paraît d'autant plus précieux que les circonstances qui permettent d'en recueillir de semblables se rencontrent rarement. Dans tous les cas, il apporte, à cause de l'ancienneté de la résection, une preuve, encore plus décisive que celles que j'ai pu donner jusqu'ici, en faveur de la régénération osseuse et de la reconstitution des articulations chez l'homme. Il montre la permanence des résultats obtenus au point de vue orthopédique et fonctionnel. Et, d'autre part, au point de vue médico-chirurgical, il a une importance particulière puisqu'il

démontre la persistance de la guérison locale chez un tuberculeux, malgré quelques retours offensifs de la tuberculose sur les organes internes, et malgré le fonctionnement constant et souvent excessif de l'articulation réséquée. »

M. Lœwy, en présentant à l'Académie le huitième Volume des *Annales de l'observatoire de Bordeaux*, s'exprime comme il suit :

« Le tome VIII des *Annales de l'observatoire de Bordeaux* renferme les observations astronomiques et météorologiques faites, dans cet établissement, en 1891 et 1892, et un important Mémoire de M. A. Féraud, Astronome-Adjoint, sur le développement de la fonction perturbatrice.

» Les recherches méridiennes ont eu pour objet la revision des positions australes du Catalogue d'Argelander-Œltzen comprises entre — 15° et — 20° de déclinaison. Grâce aux efforts des astronomes de Bordeaux, des progrès sérieux ont été réalisés dans cet ordre d'idées. Malgré les difficultés particulières causées par la situation de ces astres près de l'horizon, on a pu recueillir environ 4900 observations. Ces résultats, ajoutés à ceux qui ont été publiés depuis 1885, témoignent de l'activité incessante de cet établissement scientifique.

» La question traitée par M. Féraud a pour objet l'étude des coefficients du développement de la partie principale de la fonction perturbatrice suivant les multiples des sinus et des cosinus des anomalies excentriques.

» Dans son Mémoire sur les périodes des intégrales doubles et le développement de la fonction perturbatrice, notre éminent Confrère M. Poincaré s'est proposé d'étudier les relations de récurrence qui existent entre ces coefficients et a examiné en détail le cas général et le cas des excentricités nulles. Il signale à l'attention des chercheurs quelques autres cas particuliers du problème.

» Le travail de M. Féraud répond à ce desideratum de M. Poincaré.

» Dans une première Section, M. Féraud s'est proposé de séparer tous les cas dans lesquels le nombre des coefficients distincts du développement de la fonction perturbatrice est susceptible de se réduire.

» Dans la seconde Section, il a appliqué, dans chacune des hypothèses admises, les méthodes de M. Poincaré à la recherche effective du nombre des coefficients distincts.

» Les diverses hypothèses que M. Féraud a été amené à distinguer ne

présentent pas toutes la même importance au point de vue astronomique. Les cas où les plans des orbites de deux astres sont supposés orthogonaux ne semblent pas avoir d'utilité pratique immédiate, mais les autres cas peuvent trouver des applications, car les orbites de plusieurs petites planètes présentent, avec l'orbite de Jupiter, des positions relatives qui ne s'écartent pas beaucoup des conditions théoriques.

» L'analyse de M. Féraud a été conduite avec habileté et possède une réelle valeur.

» On trouve encore, dans ces *Annales*, de nombreuses séries de positions de planètes et de comètes, ainsi que les résultats des observations concernant certains phénomènes périodiques, tels que : éclipses, occultations.

» L'ensemble des recherches renfermées dans le nouveau Volume des *Annales de l'observatoire de Bordeaux* présente donc, à divers points de vue, un très grand intérêt pour l'Astronomie. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions chargées de juger les concours de 1899.

Le dépouillement des scrutins donne les résultats suivants :

Prix Chaussier. — MM. Bouchard, Marey, Guyon, Ranvier, Lannelongue.

Prix Lallemand. — MM. Bouchard, Marey, Potain, Ranvier, d'Arsonval.

Prix du baron Larrey. — MM. Guyon, Bouchard, Potain, Marey, Lannelongue.

Prix Bellion. — MM. Bouchard, Potain, Guyon, Lannelongue, Marey.

Prix Mège. — MM. Bouchard, Potain, Guyon, Marey, Brouardel.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Pallas** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé : « Surpression dans les mines à grisou ».

(Commissaires : MM. Michel Lévy, Mascart, Haton de la Goupillière.)

M. **Beaudemoulin** adresse une Note intitulée : « Observations météorologiques; prédiction des saisons ».

(Commissaires : MM. Mascart, Lippmann.)

M. **Chevrey** adresse, par l'entremise de M. Marey, un Mémoire relatif à un hélicoplane.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, le deuxième fascicule du « Recueil de données numériques, publié par la Société française de Physique : Optique, par M. *H. Dufet* ». Ce deuxième fascicule est relatif aux propriétés optiques des solides.

M. **D. Mendeleef**, nommé Correspondant pour la Section de Chimie, adresse ses remercîments à l'Académie.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un théorème de M. Hadamard.* Note de M. **A. Hurwitz**, présentée par M. Picard.

« 1. En étudiant le théorème publié par M. Hadamard dans le Tome XXII des *Acta mathematica*, j'ai été amené à envisager l'intégrale double

$$(1) \qquad \frac{1}{(2\pi i)^2}\int\int \frac{f(z)\,\varphi(t)\,dz\,dt}{zt-x},$$

les variables d'intégration z, t ainsi que le paramètre x étant complexes. L'application à l'intégrale (1) du théorème de Cauchy généralisé [voir Poincaré, *Sur les résidus des intégrales doubles* (*Acta mathematica*, t. IX), et Picard, *Traité d'Analyse*, t. II, p. 248] m'a fourni une démonstration facile du théorème de M. Hadamard et de quelques résultats s'y rattachant que M. Borel vient de publier récemment. En considérant des intégrales analogues à l'intégrale (1), j'ai obtenu encore quelques théorèmes analogues au théorème de M. Hadamard et j'exposerai la marche que j'ai suivie dans cette recherche, en me plaçant dans le cas le plus simple, celui de l'intégrale

$$(2) \qquad \frac{1}{(2\pi i)^2}\int\int \frac{f(z)\,\varphi(t)\,dz\,dt}{x-(z+t)}.$$

» Pour éviter toute complication inutile, je supposerai que les fonctions $f(z)$ et $\varphi(t)$ sont uniformes dans tout le plan et ne présentent, en dehors du point zéro, d'autres singularités que des pôles simples; j'admets en outre que $f(z)$ et $\varphi(t)$ se comportent régulièrement à l'infini et s'y annulent. Cela posé, prenons l'intégrale (2) le long des cercles $|z|=r$, $|t|=s$ et convenons de la désigner dès lors par J_{rs}. Tant que $|x|>r+s$ l'intégrale J_{rs} est développable, suivant les puissances entières et positives de $\frac{1}{x}$, et représente par conséquent une fonction de x holomorphe dans le domaine $|x|>r+s$. Les rayons r et s étant choisis assez grands on aura, pour $|z|\geqq r$, $|t|\geqq s$,

$$(3) \qquad f(z)=\sum^{\infty} a_n \frac{1}{z^{n+1}}, \qquad \varphi(t)=\sum_0^{\infty} b_n \frac{1}{t^{n+1}},$$

et, en effectuant le développement de l'intégrale $J_{r,s}$, on trouve

$$(4)\quad J_{r,s}=\psi(x)=\sum_0^{\infty}\left(a_0 b_n + n a_1 b_{n-1} + \frac{n(n-1)}{2} a_2 b_{n-2} + \ldots + a_n b_0\right)\frac{1}{x^{n+1}}.$$

» Maintenant, considérons l'intégrale $J_{r',s'}$, les rayons r' et s' étant plus petits que r et s respectivement. Entourons les pôles α de $f(z)$ situés entre les cercles $|z|=r$ et $|z|=r'$ par de petits contours (α) et de même les pôles β de $\varphi(t)$ situés entre les cercles $|t|=s$ et $|t|=s'$ par de petits contours (β). Alors nous pouvons, dans le calcul de l'intégrale $J_{r,s}$, substituer au cercle $|z|=r$ le cercle $|z|=r'$ plus les contours (α) et au cercle $|t|=s$ le cercle $|t|=s'$ plus les contours (β). Si nous effectuons alors les intégrales se rapportant aux contours (α) et (β) nous trouvons

$$(5)\quad \ldots\ J_{r,s}=J_{r',s'}+\sum A\varphi(x-\alpha)+\sum Bf(x-\beta)-\sum\sum\frac{AB}{x-(\alpha+\beta)},$$

les constantes A et B désignant les résidus des fonctions $f(z)$ et $\varphi(t)$ relatifs aux pôles $z=\alpha$ et $t=\beta$.

» Or l'intégrale $J_{r',s'}$ définissant une fonction de x holomorphe pour $|x|>r'+s'$, l'équation (5) fournit évidemment le prolongement analytique de la fonction $\psi(x)$ définie par l'intégrale $J_{r,s}$ seulement pour $|x|>r+s$. En outre, on voit que la fonction $\psi(x)$ n'admet dans le domaine $|x|>r'+s'$ d'autres singularités que les points α et β (qui peuvent être des points singuliers essentiels) et les pôles $\alpha+\beta$ avec les résidus correspondants A, B. Les rayons r', s' pouvant d'ailleurs être choisis aussi petits qu'on le veut, nous sommes amenés au théorème suivant ;

Considérons les fonctions $f(z)$, $\varphi(z)$ et $\psi(z)$ définies par les séries

$$f(z)=\sum_0^\infty a_n\frac{1}{z^{n+1}},\qquad \varphi(z)=\sum_0^\infty b_n\frac{1}{z^{n+1}},$$

$$\psi(z)=\sum_0^\infty\left(a_0b_n+na_1b_{n-1}+\frac{n(n-1)}{2}a_2b_{n-2}+\ldots+a_nb_0\right)\frac{1}{z^{n+1}}.$$

Si les fonctions $f(z)$ et $\varphi(z)$ n'admettent en dehors du point $z=0$ d'autres singularités que des pôles (simples) la fonction $\psi(z)$ sera uniforme dans tout le plan et n'admettra, elle aussi, en dehors des points singuliers de $f(z)$ et $\varphi(z)$, d'autres singularités que des pôles simples. En outre, en désignant d'une manière générale par $\frac{A}{z-\alpha}$ et $\frac{B}{z-\beta}$ les parties méromorphes de $f(z)$ et $\varphi(z)$, les parties méromorphes de $\psi(z)$ seront $\frac{AB}{z-(\alpha+\beta)}$.

» Ainsi notre théorème donne une *addition* des singularités, tandis que le théorème de M. Hadamard en donne une *multiplication*.

» 2. Considérons maintenant l'intégrale multiple

$$(6)\qquad \frac{1}{(2\pi i)^p}\int_{(p)}\frac{\varphi(z_1,z_2,\ldots,z_p)f_1(z_1)f_2(z_2)\ldots f_p(z_p)}{z_1z_2\ldots z_p-x}dz_1dz_2\ldots dz_p,$$

l'intégration s'effectuant le long des cercles $|z_i|=r_i(i=1,2,\ldots,p)$. Je suppose que les fonctions $f_1(z_1), f_2(z_2),\ldots,f_p(z_p)$ sont holomorphes à l'intérieur de ces cercles et méromorphes avec des pôles simples pour toutes les valeurs finies des variables dont elles dépendent. Quant à la fonction $\varphi(z_1,z_2,\ldots,z_p)$ j'admets qu'elle est développable en série toujours convergente ordonnée suivant les puissances entières et positives de $z_1,z_2,\ldots,z_p$, $\frac{1}{z_1},\frac{1}{z_2},\ldots,\frac{1}{z_p}$.

» Dans ces conditions l'intégrale (6) définit une fonction $\psi(x)$ de x holomorphe dans le voisinage de $x=0$, uniforme dans tout le plan et n'admettant à distance finie d'autres singularités que des pôles simples. En outre, en désignant d'une manière générale par $\frac{A_1}{\alpha_1-z_1},\frac{A_2}{\alpha_2-z_2},\ldots,\frac{A_p}{\alpha_p-z_p}$ les parties méromorphes des fonctions $f_1(z_1),f_2(z_2),\ldots,f_p(z_p)$ respectivement, les parties méromorphes de $\psi(x)$ seront

$$\frac{A_1A_2\ldots A_p}{\alpha_1\alpha_2\ldots\alpha_p-x}\varphi(\alpha_1,\alpha_2,\ldots,\alpha_p).$$

» Un cas particulier intéressant est celui où l'on pose

$$(7)\quad f_1(z)=f_2(z)=\ldots=f_p(z)=f(z)=a_0+a_1z+a_2z^2+\ldots+a_nz^n+\ldots,$$

et où l'on prend

(8) $$\varphi(z_1, z_2, \ldots, z_p) = \prod_{i \gtrless k} \left(\frac{1}{z_i} - \frac{1}{z_k} \right) \qquad (i, k = 1, 2, \ldots, p).$$

» En développant l'intégrale (6) suivant les puissances ascendantes de x on obtient, à un facteur constant près,

(9) $$\psi(x) = D_{0,p} + D_{1,p} + \ldots + D_{n,p}x^n + \ldots,$$

le coefficient $D_{n,p}$ étant défini par un déterminant facile à former. De là découle immédiatement la méthode de M. Hadamard pour calculer les modules des pôles successifs d'une fonction méromorphe $f(z)$ définie par son développement de Taylor.

» 3. Il est tout naturel de se demander s'il y a des théorèmes analogues pour les fonctions de plusieurs variables. Prenons, par exemple, deux séries

$$f(z_1, z_2) = \sum a_{n_1, n_2} z_1^{n_1} z_2^{n_2}, \qquad \varphi(z_1, z_2) = \sum b_{n_1, n_2} z_1^{n_1} z_2^{n_2},$$

et formons la nouvelle série

$$\psi(z_1, z_2) = \sum a_{n_1, n_2} b_{n_1, n_2} z_1^{n_1} z_2^{n_2}.$$

» Il n'y a aucune difficulté à représenter cette série par une intégrale quadruple analogue aux intégrales considérées plus haut. Mais il ne semble pas facile d'obtenir une loi simple et générale faisant dépendre les singularités de $\psi(z_1, z_2)$ de celles de $f(z_1, z_2)$ et $\varphi(z_1, z_2)$, comme le montre l'exemple suivant. Posons

$$f(z_1, z_2) = \sum \frac{(n_1 + n_2)!}{n_1!\, n_2!} z_1^{n_1} z_2^{n_2} = \frac{1}{1 - (z_1 + z_2)},$$

$$\varphi(z_1, z_2) = \sum z_1^n z_2^n \frac{1}{1 - z_1 z_2},$$

nous obtenons

$$\psi(z_1, z_2) = \sum \frac{(2n)!}{n!\, n!} z_1^n z_2^n = \frac{1}{\sqrt{1 - 4 z_1 z_2}}.$$

» Ainsi, dans cet exemple, les singularités des fonctions f, φ, ψ sont déterminées par les équations $z_1 + z_2 = 1$, $z_1 z_2 = 1$, $z_1 z_2 = \frac{1}{4}$ respectivement. Les points singuliers de f et φ sont des pôles, tandis que les points singuliers de ψ sont algébriques. »

MÉCANIQUE RATIONNELLE. — *Théorie moléculaire du frottement des solides polis*. Note de M. **Marcel Brillouin**, présentée par M. Appell.

« 1. C'est une opinion assez répandue que les phénomènes auxquels donnent lieu des systèmes purement mécaniques, conservatifs, sont essentiellement réversibles; je vais montrer qu'il n'en est rien, et que des phénomènes irréversibles peuvent prendre naissance entre deux points matériels dont les actions mutuelles dépendent de leur seule distance. Il me suffira pour cela de décrire une expérience extrêmement banale, à titre d'exemple.

» 2. Une aiguille aimantée M est suspendue par un fil de torsion; elle prend une orientation définie sous l'action du champ terrestre et du champ produit par un aimant A dans une certaine position A_0.

» Déplaçons *lentement* l'aimant A; à chaque position et orientation de cet aimant correspond une position d'équilibre de l'aiguille M; et si le déplacement de l'aimant A est suffisamment lent, l'aiguille M passe par ses positions successives d'équilibre, sans vitesse. Ramenons l'aimant A dans sa position primitive A_0, l'orientation d'équilibre de l'aiguille M redevient la même qu'au début. Dans le trajet fermé parcouru par l'aimant A, il n'y a eu, au total, aucun échange d'énergie entre l'aimant A et l'aiguille M. Tel est le cas lorsque toutes les positions d'équilibre de l'aiguille M, déviée par l'aimant A, sont stables.

» 3. Répétons maintenant l'expérience en approchant assez l'aimant A de l'aiguille M pour qu'une partie des positions de l'aiguille soient instables. A mesure qu'on approche l'aimant A, l'aiguille dévie de plus en plus, puis brusquement, au moment où sa position déviée devient instable, elle se met à osciller autour d'une autre position d'équilibre stable. L'énergie oscillatoire ainsi acquise se conserve pendant le reste du parcours de l'aimant A; lorsque celui-ci est revenu à sa position initiale A_0, l'orientation d'équilibre de l'aiguille M est bien redevenue la même qu'au début; mais l'aiguille n'y est pas immobile, quelque lentement que le chemin fermé ait été parcouru par l'aimant A. Du travail a été perdu par l'appareil moteur de l'aimant A et a été transformé en énergie oscillatoire de l'aiguille M.

» 4. Dans le parcours également lent du même chemin fermé, en sens inverse, bien loin de ramener l'aiguille au repos, on augmente son énergie cinétique pendant le passage par les positions instables.

» Par la répétition du même parcours, dans le même sens, l'énergie cinétique de l'aiguille croît proportionnellement au nombre des cycles. La quantité constante dont s'accroît l'énergie de l'aiguille à chaque cycle dépend de la forme du parcours dans sa partie instable, et du sens du parcours.

» 5. La théorie mécanique des phénomènes de ce genre est extrêmement simple et permet d'établir rigoureusement : 1° le caractère irréversible des échanges d'énergie entre un système rigide et un système mobile, lorsqu'une partie des positions d'équilibre du système mobile sont instables; 2° le caractère purement additif des accroissements d'énergie cinétique du système mobile par la répétition infiniment lente du même cycle.

» 6. Dans un plan situé au voisinage immédiat de la surface d'un corps formé de molécules séparées dont les actions sont des fonctions de la distance, la fonction des forces est rigoureusement ou approximativement périodique, suivant que le corps est cristallisé ou amorphe; elle présente un très grand nombre de maxima et de minima; il y a donc pour une molécule extérieure libre un très grand nombre de positions d'équilibre stable séparées par des positions d'équilibre instable; il en est de même pour une molécule faiblement reliée à une position fixe. Une translation lente du corps devant la molécule extérieure équivaut donc au parcours répété d'un même cycle, partiellement instable si la molécule est assez proche de la surface. A chaque cycle, c'est-à-dire chaque fois que le corps a avancé d'une distance moléculaire, la force vive de la molécule extérieure augmente d'une même quantité. Cette augmentation de force vive de la molécule, aux dépens du travail moteur appliqué au corps, correspond exactement, au point de vue de la *théorie mécanique* de la chaleur, à la conversion du travail de frottement en chaleur.

» Le frottement des solides polis, pressés l'un contre l'autre, loin d'être en contradiction avec l'hypothèse moléculaire, en est donc une conséquence nécessaire.

» 7. La plupart des phénomènes physiques et chimiques irréversibles peuvent être rattachés à l'existence d'états d'équilibre instable; l'étude détaillée en sera publiée prochainement dans les *Annales de Chimie et de Physique*. »

ÉLECTRICITÉ. — *Décharge disruptive dans le vide. Formation de rayons anodiques.* Note de M. **André Broca**, présentée par M. A Cornu.

« J'ai montré en 1895 que, quand on fait un vide aussi parfait que possible dans un espace contenant deux électrodes pointues, séparées l'une de l'autre par une fraction de millimètre, on voit jaillir assez régulièrement entre les pointes une étincelle disruptive, en même temps que le phénomène cathodique rend l'ampoule fluorescente. J'ai repris systématiquement cette étude en employant des ampoules sphériques et des électrodes de platine de 2^{mm} de diamètre, assez grosses, par conséquent, pour ne pas rougir avant un temps assez long, et entourées sur presque toute leur longueur d'une gaine de cristal. On évite ainsi en grande partie la décharge par la surface latérale de la cathode, l'effet électrique se concentre donc entre les deux pointes. Les extrémités des deux électrodes en regard sont tournées en cônes effilés, et les pointes sont à $0^{mm},5$ l'une de l'autre. Dans ces tubes, admirablement construits par M. Chabaud, les deux électrodes sont parfaitement centrées sur la sphère, et dans le prolongement l'une de l'autre; un osmo-régulateur de M. Villard permet de maintenir l'étincelle équivalente à une longueur à peu près constante.

» L'étincelle équivalente étant de 10^{cm} à 12^{cm}, et la bobine donnant 42^{cm} d'étincelle fortement nourrie, une étincelle très petite et très brillante jaillit entre les pointes à chaque décharge, et le phénomène dure assez longtemps sans que les électrodes rougissent. L'aspect est celui d'un arc électrique, mais il n'y a pas échauffement préalable; c'est donc une vraie étincelle.

» L'examen des électrodes, après quelque temps de fonctionnement, montre à l'anode un petit cratère, alors que la pointe négative est intacte. Il y a donc arrachement de molécules métalliques à l'anode. L'arrachement se produit sous l'action du champ intense existant entre les deux pointes, et d'autant mieux que le point considéré de l'anode est plus près de la cathode; on conçoit donc facilement la formation du cratère.

» Dans les expériences ordinaires, avec les vides très poussés, on voit en général la métallisation se produire aux dépens de la cathode. Cela tient à ce que, dans les ampoules ordinaires, le gradient du potentiel est considérable autour de la cathode et presque nul autour de l'anode. L'arrachement se produit là où le gradient est grand. Dans le tube actuel le

gradient est le même aux deux électrodes, toute action des parois étant éliminée, et le métal, électropositif, s'échappe plutôt de l'anode, ce qui est en concordance satisfaisante avec les lois de l'électrolyse.

» Les molécules arrachées convergent vers la pointe cathodique. On conçoit que, sous l'action de leurs chocs, ces molécules qui se repoussent électriquement soient projetées dans tous les sens, formant des rayons matériels anodiques. C'est ce que l'expérience vérifie. On ne retrouve en effet aucune trace de cette matière sur la cathode qui est intacte, mais la paroi de l'ampoule se métallise. La couche est symétrique autour de l'axe des électrodes, mais d'autant plus intense que l'on considère un petit cercle plus voisin du pôle cathodique. Dans l'hypothèse admise, les ions positifs libérés doivent être attirés en effet par la cathode, et la métallisation doit bien être ce que l'expérience indique.

» Pour vérifier cette idée, il fallait étudier la déviation magnétique de la métallisation, celle-ci devant être déviée en sens inverse des rayons cathodiques.

» J'ai placé le tube dans le champ de l'électro-aimant de Faraday, la ligne des pôles perpendiculairement au champ. Je m'attendais à voir la métallisation augmenter en une région déterminée de la sphère. Non seulement cet effet s'est produit, mais la métallisation a été arrachée dans tous les autres points, cet arrachement s'accompagnant de petites étincelles; il se fait d'ailleurs principalement sur les bords de la zone préalablement métallisée, et le transport a lieu dans le champ magnétique dans le sens voulu pour des rayons anodiques. La région métallisée est une demi-calotte limitée par un petit cercle perpendiculaire à l'axe de la cathode au tiers environ de son parcours dans la sphère, et par le plan diamétral passant par les électrodes et la direction du champ.

» Cette limitation semble due à la forme du cratère. Les molécules arrachées sont immédiatement déviées, l'arc est soufflé par le champ. Les molécules ne se choqueront donc plus dans un espace aussi restreint, il ne devra plus y avoir diffusion sphérique, mais limitation à une courbe un peu plus éloignée de la cathode que l'intersection avec la sphère du cône ayant pour base le cratère et pour sommet la pointe cathodique.

» L'éloignement de la courbe limite est dû à l'action magnétique. Ceci aura lieu dans l'hémisphère où l'action de la cathode et celle du champ sont opposées. Dans l'autre, le champ magnétique tendant toujours à rapprocher les molécules de la cathode qui les attire, il ne saurait y avoir de trajectoire stable.

» Ce que nous venons de dire pour les rayons anodiques peut se répéter pour les cathodiques. Ceux-ci doivent tourner en sens inverse des premiers, et être limités à la même demi-sphère, puisque le sens des flux matériels chargés pour les deux rayons est inverse et que le champ est le même. Ceci est vérifié par l'expérience. Mais la demi-calotte fluorescente par les rayons cathodiques s'étend à la demi-sphère entière. Ceci prouve que le rapport de l'action électrostatique à l'action électromagnétique est beaucoup plus grand pour les rayons de métallisation que pour les cathodiques. On le comprend si l'on admet pour la molécule métallique une masse beaucoup plus grande que pour la molécule gazeuse.

» D'autres phénomènes se passent encore dans ces tubes. Je n'en parle pas, car je n'ai pu encore les coordonner. Ce qui précède suffit pour tirer quelques conclusions.

» Dans les idées de M. Villard, les rayons cathodiques sont dus à de l'hydrogène. Il base cette idée sur l'action réductrice indiscutable qu'il a établie. Dans le tube que je viens de décrire, il y a à la fois des rayons cathodiques et des anodiques. Les anodiques sont dus à du métal; il est extrordinaire que l'hydrogène se sépare nettement des métaux par une propriété électrique. Cette question doit être posée, mais avec la plus grande réserve, car il y a dans les tubes à vide un grand nombre de phénomènes inconnus.

» Ces expériences me semblent aussi apporter une preuve convaincante de la matérialité du rayon cathodique, que bien peu de physiciens, d'ailleurs, discutent encore. Les rayons anodiques ont bien, en effet, des propriétés inverses des rayons cathodiques et la métallisation de la paroi rend leur nature matérielle indiscutable.

» Enfin, au point de vue du phénomène de Zeeman, auquel je me suis déjà placé dans mon étude précédente de l'action du champ magnétique sur les décharges électriques, le phénomène actuel est doublement intéressant. Les rayons cathodiques nous montrent, en effet, l'existence simultanée de mouvements dans le sens du champ et de mouvements dextrogyres autour du champ. Les rayons anodiques nous montrent les mouvements lévogyres qui nous manquaient, et ils nous les montrent précisément dans le cas d'ions métalliques, ce qui est le cas du phénomène de Zeeman. »

PHYSIQUE. — *Sur les actions de la lumière aux très basses températures.* Note de MM. **Auguste** et **Louis Lumière**, présentée par M. d'Arsonval.

« La nature de l'action latente de la lumière sur les sels haloïdes d'argent a donné lieu, comme on le sait, à deux hypothèses : cette modification, suivant quelques auteurs, est d'ordre purement physique; d'autres, au contraire, admettent une décomposition chimique du sel d'argent.

» Il nous a paru intéressant d'étudier ce phénomène en s'écartant des conditions ordinaires, de façon à apporter de nouveaux éléments à la solution du problème. En partant de cette observation que les réactions chimiques sont plus lentes à froid qu'à chaud, nous avons pensé que, si l'impression latente était supprimée ou fortement atténuée aux très basses températures, on aurait un argument de plus en faveur de l'hypothèse d'une modification chimique du sel d'argent.

» Ces considérations nous ont aussi amenés à étudier un certain nombre d'actions physiques et chimiques de la lumière aux températures extrêmement basses que l'on peut obtenir facilement avec de l'air liquide.

» Dans un récipient cylindrique de d'Arsonval, contenant de l'air liquide, nous avons plongé une plaque au gélatinobromure d'argent, en laissant émerger une partie de cette plaque; nous avons exposé à la lumière, puis, après réchauffement, la plaque a été développée. Nous avons alors constaté que, pour les temps d'exposition courts, la lumière ne produit plus d'action appréciable sur le bromure d'argent dans la partie immergée, dont la température s'est abaissée à $-191°$. Si l'on prolonge l'action de la lumière, on parvient à produire la modification latente du sel d'argent.

» En partant de plaques au gélatinobromure d'argent possédant la sensibilité maximum, nous avons constaté que, pour obtenir des impressions égales, il faut un temps d'exposition de trois cent cinquante à quatre cents fois plus considérable à $-191°$ qu'à la température ordinaire.

» On peut remarquer, en outre, dans les expériences à temps de pose prolongé, que l'action des rayons lumineux est encore affaiblie à la surface du liquide dans les points où l'évaporation de l'air produit un refroidissement plus considérable.

» La zone d'affaiblissement de sensibilité s'étend d'ailleurs dans la portion de la plaque qui émerge et à une certaine distance de la surface du liquide. Nous nous proposons de déterminer la température limite à partir de laquelle la perte de sensibilité devient négligeable.

» Nous nous sommes assurés que les mêmes phénomènes se produisent lorsque la couche sensible n'est pas directement en contact avec l'air liquide et aussi que le pou-

voir absorbant de celui-ci, pour les rayons chimiques, est très faible et peut être considéré, dans ce cas, comme négligeable.

» En outre, les plaques photographiques plongées dans l'air liquide ne subissent aucune modification permanente et conservent, lorsqu'elles sont ramenées à la température ordinaire, toutes leurs propriétés.

» Nous avons remarqué aussi que l'image latente obtenue dans des conditions ordinaires d'exposition ne subit aucune modification, lorsque la couche sensible qui la porte est refroidie à -191° et qu'elle peut être développée après réchauffement sans qu'il soit possible de constater le moindre affaiblissement de l'impression initiale.

» Le refroidissement est donc la seule cause de la perte de sensibilité et l'on peut considérer l'image latente comme le résultat d'une décomposition chimique du sel haloïde d'argent.

» Les préparations photographiques qui, à la température ordinaire, subissent une décomposition chimique visible, sous l'influence de la lumière, telles que les papiers au citrate d'argent, aux mucilages bichromatés et aux sels de fer, restent inaltérées lorsque cette action s'exerce vers -200°.

» Les phénomènes chimiques provoqués par les rayons lumineux aux très basses températures paraissent donc supprimés d'une façon générale. Les faits observés dans le cas de l'impression latente des plaques photographiques extra-sensibles font supposer que cette suppression leur serait également applicable aux températures voisines du zéro absolu.

» Si les actions chimiques ne se manifestent plus dans ces conditions, il n'en est pas de même de tous les phénomènes produits sous l'influence de la lumière, telle que la phosphorescence.

» Les substances phosphorescentes, excitées préalablement par la lumière, perdent instantanément leurs propriétés particulières, lorsque l'on abaisse leur température à -191°. Leur faculté de luire est suspendue par le froid et non détruite. Il suffit, en effet, de les ramener à la température ordinaire, même après plusieurs jours d'immersion dans l'air liquide, pour qu'elles reprennent leur phosphorescence avec la même intensité que celle qu'elles présentaient au moment où elles ont été refroidies.

» Des tubes scellés renfermant des sulfures de baryum, de strontium, de calcium et de zinc ont été chauffés de façon à éteindre toute trace de phosphorescence résiduelle, puis immergés, à l'abri de la lumière, dans de l'air liquéfié; après avoir été ainsi refroidis, ils ont été soumis à l'action des radiations excitatrices (lumière solaire, étincelle électrique, rayons X). En retirant ensuite les tubes du liquide dans le laboratoire obscur, on constate qu'ils s'illuminent en se réchauffant.

» On peut conclure de ces expériences que l'excitation s'est produite,

et que la lumière s'est emmagasinée à $-191°$ d'une façon qui paraît même plus marquée qu'aux températures ordinaires, mais la restitution est suspendue par le froid et ne se manifeste qu'à la suite du réchauffement.

» Dans de prochaines Communications, nous nous proposons de déterminer les limites dans lesquelles ces phénomènes se produisent, d'étudier en outre les actions des rayons uraniques et des rayons X, aux très basses températures, de compléter et de préciser ces premières expériences, qui ne constituent guère, dans la présente Note, qu'une indication des recherches que nous poursuivons. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur l'emploi du bioxyde de sodium dans l'étude de la fonction respiratoire*. Note de MM. **Desgrez** et **Balthazard**, présentée par M. d'Arsonval.

« Depuis que M. Bouchard a montré la nécessité de mesurer l'oxygène utilisé par l'organisme, pour établir l'équation si complexe de la nutrition, nous avons recherché un réactif capable de satisfaire à la double condition de dégager l'oxygène nécessaire et d'absorber l'acide carbonique éliminé. M. d'Arsonval [1] a fait connaître une première solution du problème basée sur la décomposition mutuelle de l'eau oxygénée et de l'acide chromique, donnant, *à froid* et *automatiquement*, un dégagement d'oxygène proportionnel à la quantité d'acide carbonique émis par l'animal. La récente Communication de MM. Laborde et Jaubert nous a déterminés à publier dès maintenant quelques résultats dont la place naturelle était à la suite des travaux que M. Bouchard poursuit sur les échanges respiratoires.

» Le bioxyde de sodium, qui se prépare industriellement aujourd'hui, est connu depuis les travaux de M. Vernon-Harcourt [2] qui en a indiqué la préparation et les principales propriétés Ce corps a fait le sujet d'un grand nombre de recherches analytiques, industrielles ou même thérapeutiques (blanchiment des dents), toutes basées sur son action oxydante, en présence de l'eau. M. Vernon-Harcourt a, en effet, indiqué sa facile décomposition par l'eau, avec production de soude, d'oxygène et d'eau oxygénée. Nous avons repris l'étude de cette réaction intéressante, en vue d'utiliser non seulement l'oxygène, mais encore l'alcali formé simultanément.

---

(1) *Bulletin de la Société de Biologie*, 1er avril 1882.

(2) *Journ. of the chem. Society*, t. XIV, p. 267; 1862.

» *Action de l'eau sur le bioxyde de sodium.* — Le bioxyde de sodium commercial se décompose complètement à froid, par addition d'eau, en proportion à peine supérieure à celle indiquée par la théorie. Il donne un atome d'oxygène par molécule :



$$Na^2O^2 + H^2O = 2\,NaOH + O.$$

» Voici quelques chiffres fournis par différents échantillons du produit :

2gr,6 de Na^2O^2 ont donné	375cc	d'oxygène
5 »	730	»
5,05 »	760	»
0,50 »	74	» (1)

» L'eau oxygénée étant instable, en milieu alcalin, l'action de l'eau sur le bioxyde de sodium dégage, en réalité, 16gr d'oxygène pour 78gr de bioxyde, comme l'indiquent les nombres ci-dessus.

» *Application à la respiration.* — L'équation donnée plus haut montre que, si l'on alimente un animal d'oxygène à l'aide de cette réaction, il se produit plus d'alcali qu'il n'en faut pour absorber l'acide carbonique élaboré. De là découle l'application que nous avons faite à l'étude de la respiration.

» *Première expérience.* — Un cobaye témoin, pesant 400gr, placé sous une cloche de 10lit, hermétiquement close, succombe, asphyxié, dans un temps qui varie entre deux heures et deux heures et demie.

» *Deuxième expérience.* — Un cobaye de 400gr est placé sous une cloche de même capacité, close avec la même rigueur et munie d'un tube manométrique. A quelques centimètres au-dessous de l'animal, on dispose du bioxyde de sodium sur lequel on fait tomber de l'eau, goutte à goutte, de façon à maintenir une pression sensiblement constante. Le cobaye ne manifeste aucune gêne notable de la respiration. On le retire, au bout de quatre heures, présentant la même vitalité qu'à son entrée dans la cloche. Cette expérience, de même que l'expérience témoin, a été renouvelée plusieurs fois : le résultat est constant.

» Il était important de voir si la vapeur d'eau contenue dans l'air expiré ne suffirait pas à déterminer et entretenir la réaction.

» *Première expérience.* — Deux cobayes placés sous une cloche de 30lit, avec 66gr de bioxyde de sodium, ont été retirés vivants au bout de dix heures, tandis que deux cobayes, de même poids, placés dans une cloche identique, mais sans bioxyde, ont succombé en quatre heures et quelques minutes.

---

(1) Quelques-uns de ces nombres, correspondant à une quantité d'oxygène supérieure à la quantité théorique, indiquent dans le produit commercial la présence d'un composé plus oxygéné que Na^2O^2.

» *Deuxième expérience.* — Un chien pesant 6^{kg},500 a été enfermé dans une caisse à fermeture mercurielle, de capacité égale à 70^{lit}. On a disposé, à côté de lui, 200^{gr} de bioxyde de sodium. Au bout de six heures, le chien présente des signes de vitalité non équivoques. Un second chien, pesant 5^{kg}, placé dans les mêmes conditions, mais sans bioxyde, a succombé en quatre heures.

» Dans ces dernières expériences, le bioxyde de sodium n'est attaqué que très superficiellement, et la survie des animaux isolés en présence du réactif peut sans doute s'expliquer par la fixation d'une partie de l'acide carbonique éliminé plutôt que par une régénération suffisante d'oxygène. Nous continuons ces recherches. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *La formaldoxime, comme réactif pour déceler la présence de très petites quantités de cuivre*. Note de M. A. **Bach**. (Extrait.)

« Lorsqu'on fait réagir quantités équimoléculaires d'aldéhyde formique en solution aussi concentrée que possible et de chlorhydrate d'hydroxylamine, et qu'on abandonne le mélange dans le vide d'un exsiccateur garni d'acide sulfurique et de potasse solide, la solution laisse déposer, au bout d'un certain temps, de fines aiguilles réunies pour la plupart en mamelons sphériques. Recristallisée dans l'alcool méthylique chaud, la substance ainsi obtenue se présente sous forme de prismes aplatis et durs. L'étude des propriétés chimiques et l'analyse de cette substance ont montré que c'est le chlorhydrate de trioximidométhylène



$$(CH^2 = AzOH)^3 HCl.$$

La même substance s'obtient plus facilement encore en broyant ensemble proportions équimoléculaires de trioxyméthylène et de chlorhydrate d'hydroxylamine et faisant cristalliser le produit dans l'alcool méthylique chaud.

» Le chlorhydrate ainsi obtenu est identique à celui qui a été préparé tout dernièrement par MM. Dunstan et Bossi [1] en traitant la formaldoxime en solution éthérée par le gaz chlorhydrique sec et recristallisant le produit dans l'alcool méthylique additionné graduellement d'éther.

» Le chlorhydrate de trioximidométhylène, de même que la formal-

---

[1] *Journ. of the chem. Soc.*, 1898; p. 353.

doxime libre, possède la remarquable propriété de donner, avec une solution *très étendue* de sulfate de cuivre et la potasse caustique, une coloration violette très intense. Cette réaction, qui est très nette et extrêmement sensible, pourrait être employée avec avantage pour déceler la présence de très petites quantités de cuivre. Voici comment il convient d'opérer.

» On prépare le réactif en mélangeant quantités équimoléculaires d'aldéhyde formique en solution à 20 pour 100 et de chlorhydrate d'hydroxylamine. Cette solution paraît se conserver indéfiniment. Pour la recherche du cuivre dans une solution, on traite 15^{cc} de celle-ci par un demi-centimètre cube de la solution de formaldoxime et un demi-centimètre cube de potasse caustique à 15 pour 100. En présence de cuivre, il se produit une coloration violette. Dans une solution contenant 1 partie de sulfate de cuivre cristallisé dans 10 000 parties d'eau, la coloration obtenue est tellement intense que la solution laisse à peine passer la lumière. Même dans une solution renfermant 1 partie de sulfate de cuivre dans 1 000 000 parties d'eau, la coloration violette est encore nettement perceptible. Si l'on opère sur des solutions peu étendues de sulfate de cuivre, on obtient une coloration vert foncé. Il faut alors étendre d'eau pour voir apparaître la coloration violette.

» Avant de procéder à la recherche du cuivre par la méthode qui vient d'être indiquée, il convient d'éliminer les métaux de la famille du fer.

» Quant à la nature de la réaction qui a lieu entre la formaldoxime et les sels de cuivre en présence d'alcalis, elle offre beaucoup d'analogie avec celle de la réaction du biuret, sans qu'il y ait toutefois complète identité entre les deux réactions. La coloration violette produite par la formaldoxime tire sur le noir, tandis que celle du biuret présente une nuance pourpre. En outre, à teneur égale en cuivre des solutions, la première réaction est infiniment plus sensible que la dernière. D'après M. H. Schiff ([1]), la solution violette obtenue en faisant agir l'oxyde de cuivre sur le dérivé alcalin du biuret attire l'acide carbonique de l'air et se décolore en laissant déposer du protoxyde de cuivre. La solution violette résultant de l'action de la formaldoxime sur le sulfate de cuivre se comporte exactement de la même manière. De plus, M. Schiff a montré que, de tous les métaux, seul le nickel donne, avec le biuret, une réaction analogue à celle du cuivre. La coloration est, dans ce cas, jaune orangé. Or une réaction analogue se produit lorsqu'on traite la formaldoxime par une solution de sulfate de nickel en présence de potasse caustique. Mais ici, encore une fois, la coloration a une nuance plus foncée et la réaction est beaucoup plus sensible.

» J'ajouterai que le produit obtenu en faisant agir une solution con-

---

([1]) *Berichte d. d. chem. Ges.*, p. 298; 1896.

centrée d'aldéhyde formique sur du cyanure de potassium en poudre donne la réaction du biuret d'une manière tout à fait caractéristique. Étant donné le lien étroit qui existe entre la formaldoxime et l'acide cyanhydrique, ce fait, qui, à ma connaissance, n'a pas encore été signalé et que je me réserve d'étudier, tend aussi à faire ressortir l'analogie entre la réaction de la formaldoxime et celle du biuret. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'oxydation de quelques urées.* Note de M. **Œchsner de Coninck** (¹).

« J'ai attaqué les urées, non avec le mélange chromique proprement dit, mais avec un mélange de chromate neutre de potassium et d'acide sulfurique, qui a présenté plusieurs avantages.

» *Urée.* — L'urée pure et cristallisée est placée dans un ballon; au-dessus, on verse une solution aqueuse simplement concentrée de chromate neutre, puis de l'acide sulfurique pur. Il faut chauffer pour que le dégagement gazeux s'établisse; les gaz renferment principalement CO^2 et une très petite quantité d'azote.

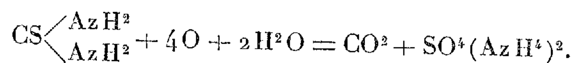
» Voici une des analyses (sur 20^{cc}) :

CO^2	$19^{cc},2$
Az	0,2 à 0,5
Air	0,5 à 0,6

» Dans d'autres expériences, j'ai attaqué l'urée par le chromate neutre et l'acide nitrique, ou par le bichromate et le même acide. Le résultat a été constant, l'urée n'est que partiellement oxydée; les gaz dégagés renferment surtout CO^2 et une quantité très faible d'azote libre. On voit combien l'action des oxydants acides diffère de celle des hypochlorites.

» *Sulfo-urée.* — La réaction de la sulfo-urée avec le chromate neutre et l'acide sulfurique est complexe; j'ai constaté, en effet, la formation d'acide sulfocyanique et de ses principaux produits de décomposition, ce qui montre que, dans les conditions où j'ai opéré, il s'est formé du sulfocyanate d'ammonium. J'ai pu isoler aussi une certaine proportion d'*acide disulfocyanique* et d'*acides thio-prussiamiques* qui étaient à l'état de mélange, comme l'ont indiqué les dosages de soufre et d'azote; mais les propriétés correspondaient bien à celles décrites par Claus.

» En outre, dans le résidu, j'ai rencontré des sulfate et bisulfate d'ammonium, qui résultent : 1° de l'action de SO^4H^2 en excès sur le sulfocyanate d'ammonium; 2° de l'oxydation directe de la molécule de sulfo-urée :



$$CS\begin{matrix}\diagup AzH^2\\ \diagdown AzH^2\end{matrix} + 4O + 2H^2O = CO^2 + SO^4(AzH^4)^2.$$

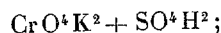
(¹) Institut de Chimie de la Faculté des Sciences de Montpellier, janvier 1896.

» De fait, j'ai recueilli, parmi les gaz dégagés, de l'anhydride carbonique pur :

CO^2	$19^{cc},6$
O + air	0,4

» J'ajoute que, dans quelques expériences, il s'est séparé une trace d'azote libre. La décomposition de la sulfo-urée par les oxydants acides est donc, elle aussi, bien différente de ce qu'elle est avec les hypochlorites alcalins.

» *Phényl-sulfo-urée.* — Cette sulfo-urée est rapidement détruite par



$$Cr O^4 K^2 + SO^4 H^2;$$

les produits gazeux sont exempts d'azote,

$$CO^2 = 19^{cc},7, \quad O + \text{air} = 0,3.$$

» *Diphényl-sulfo-urée.* — Elle présente une plus grande résistance que la précédente, mais la décomposition est du même ordre.

» *Méthyl-urée.* — Cette urée est assez vivement attaquée à chaud; elle fournit CO^2 pur.

» *Phényl-urée.* — Elle est immédiatement attaquée avec dégagement de CO^2 pur; mais il se forme, en outre, de l'acide sulfanilique et un peu de benzo-nitrile.

» *Diphényl-urée.* — Cette urée est plus résistante que la précédente, mais c'est également CO^2 pur qui se dégage.

» *Benzyl-urée.* — Elle est décomposée, à une température assez élevée, avec séparation d'anhydride carbonique pur. Parmi les autres produits, j'ai constaté le sulfate d'ammonium et, en faible proportion, de la *benzyl-carbimide* :



$$CO\langle{}^{Az H C^7 H^7}_{Az H^2} = Az H^3 + CO Az C^7 H^7.$$

» Dans une autre Communication, je me propose de faire connaître le mode de décomposition d'un certain nombre d'amides et d'imides. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Études de la chaleur latente de vaporisation de la pipéridine, de la pyridine, de l'acéto- et du capronitrile;* par **M. W. Louguinine.**

« Les expériences qui font le sujet de cette Note ont été exécutées avec l'appareil et d'après les méthodes décrites dans mon Mémoire *Sur les chaleurs latentes de vaporisation* (*Annales de Chimie et de Physique*, 7ᵉ série, t. VII). Elles ne diffèrent des expériences que j'ai exécutées précédemment que par une particularité, l'altitude à laquelle se trouve le laboratoire dans lequel ce travail a été fait (en Suisse, à peu près à 600^m d'altitude). La hauteur barométrique a varié durant le cours de ces expériences

entre 725mm et 715mm, et, pour réduire les températures d'ébullition des substances étudiées à celles correspondant à la pression de 760mm, j'ai dû avoir recours à un petit manomètre donnant une pression complémentaire.

» Les chaleurs latentes de vaporisation ont, par conséquent, été déterminées à une pression inférieure à la normale d'à peu près 40mm, mais cette différence de pression n'influe pas, d'une manière appréciable, sur les valeurs que j'avais à déterminer. Les chaleurs latentes de vaporisation ont été obtenues en retranchant, des quantités de chaleur trouvées dans les expériences, celles correspondant aux chaleurs spécifiques des liquides prises entre leur température d'ébullition à 760mm et 20°, comme il a été indiqué dans les Mémoires cités plus haut. Les substances étudiées ont été soigneusement purifiées et analysées.

» A. *Pipéridine :* $C^5H^{11}N = 85 = P$. — Point d'ébullition à 760mm, trouvé égal à 105°,76.

» Chaleur spécifique déterminée entre 19°,5 et 97°,5 :

$$\left.\begin{matrix} 0,5231 \\ 0,5230 \end{matrix}\right\} \quad \text{Moyenne} = 0,5233.$$

» Chaleur latente de vaporisation :

$$\left.\begin{matrix} 89,01 \\ 89,26 \\ 88,46 \end{matrix}\right\} \quad \text{Moyenne} = 88,92 = S.$$

» L'expérience extrême diffère de cette moyenne de 0,48 pour 100 :

$$\frac{P \times S}{273 + 104,76} = \frac{85 \times 88,92}{378,76} = 19,95.$$

» B. *Pyridine :* $C^5H^5N = 79 = P$. — Point d'ébullition à 760mm, trouvé égal à 115°,51.

» Chaleur spécifique déterminée entre 21°,5 et 107°,6 :

$$\left.\begin{matrix} 0,4317 \\ 0,4313 \end{matrix}\right\} \quad \text{Moyenne} = 0,4315.$$

» Chaleur latente de vaporisation :

$$\left.\begin{matrix} 101,73 \\ 101,08 \\ 101,34 \\ 101,45 \end{matrix}\right\} \quad \text{Moyenne} = 101,39 = S.$$

» L'expérience extrême diffère de cette moyenne de 0,33 pour 100 :

$$\frac{P \times S}{273 + 115,51} = \frac{79 \times 101,39}{388,51} = 20,62.$$

» C. *Acétonitrile* : $CH^3CN = C^2H^3N = 41 = P$. — Point d'ébullition à 760^{mm}, trouvé égal à $81°,54$.

» Chaleur spécifique déterminée entre $20°,7$ et $76°,4$:

$$\left.\begin{array}{r} 0,5421 \\ 0,5412 \\ 0,5390 \end{array}\right\} \quad \text{Moyenne} = 0,5408.$$

» L'expérience extrême diffère de cette moyenne de 0,33 pour 100.

» Chaleur latente de vaporisation :

$$\left.\begin{array}{r} 171,62 \\ 170,27 \\ 170,15 \end{array}\right\} \quad \text{Moyenne} = 170,68 = S.$$

» L'expérience extrême diffère de cette moyenne de 0,55 pour 100.

$$\frac{P \times S}{275 + 87,54} = \frac{41 \times 170,68}{354,54} = 19,74.$$

» D. *Capronitrile* : $C^5H^{11} = C^6H^{11}N = 97 = P$. — Point d'ébullition à 760^{mm}, trouvé égal à $155°,48$.

» Chaleur spécifique déterminée entre 18° et $155°,5$ égale à 0,5417.

» Chaleur latente de vaporisation :

$$\left.\begin{array}{r} 87,72 \\ 88,46 \\ 88,09 \end{array}\right\} \quad \text{Moyenne} : 88,09 = S.$$

» L'expérience extrême diffère de cette moyenne de 0,42 pour 100.

$$\frac{P \times S}{273 + 156,48} = \frac{97 \times 88,09}{429,48} = 19,89.$$

» Les valeurs de $\frac{P \times S}{T}$ calculées pour ces quatre substances semblent indiquer qu'à l'état liquide elles sont composées de molécules simples non polymérisées; pour la pipéridine et la pyridine, Ramsay et Schield, à l'aide de la méthode des tensions superficielles des liquides (*Zeitschrift für Ph. Chemie*, vol. XII, p. 466), sont arrivés à la même conclusion.

» Ces auteurs ont étudié par la méthode des tensions superficielles le benzo et le propionitrile : ils arrivent à la conclusion que la première de ces substances à l'état liquide est composée de molécules simples et la seconde

de molécules polymérisées. Ramsay et Schield n'ont pas étudié les deux nitriles sur lesquels ont porté mes expériences et que, d'après les valeurs de $\frac{P \times S}{T}$ calculées, je crois composées à l'état liquide de molécules non polymérisées. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Nouvelles observations sur le développement de principes aromatiques par fermentation alcoolique en présence de certaines feuilles*. Note de M. **Georges Jacquemin**.

« Le 12 juillet 1897 j'ai soumis à l'Académie le résultat de mes recherches sur le développement de principes aromatiques par fermentation alcoolique en présence de certaines feuilles; j'ai montré que la levure, par une diastase qu'elle excrète, opère le dédoublement de certains glucosides contenus dans les feuilles du pommier, du poirier, de la vigne, etc., en un produit aromatique spécial, qui caractérise ordinairement la saveur du fruit, et en un sucre qui fermentera avec celui du liquide faisant fonction de milieu à cette vie cellulaire.

» Poursuivant mes recherches dans cette voie, j'ai constaté que les feuilles de vignes des divers cépages, immergées dans des moûts de composition identique, fermentant sous l'influence de la même levure, donnaient des liquides à saveurs ou bouquets différents.

» Voulant essayer d'appliquer ces remarques à la vinification, en vue de l'amélioration des vins, j'ai d'abord reconnu que l'introduction des feuilles entières ou hachées, dans le moût de raisin, communiquait au vin un goût particulier, rappelant la feuille sèche, qui masquait en partie les principes odorants engendrés par la fermentation. Ce goût anormal provenant de parties de feuilles inutiles et à écarter en cette circonstance, j'ai fait préparer, par diffusion et concentration dans le vide, des extraits sirupeux de diverses feuilles de vignes de grands crus.

» Il est à remarquer que cet extrait, qui renferme les glucosides de la feuille, a, par lui-même, une saveur *désagréable,* qui persiste jusqu'au moment où le dédoublement causé par la fermentation a pu se produire.

» Si donc, au lieu de feuilles, on introduit dans le moût, avant sa fermentation par une levure sélectionnée, une dose modérée d'extrait de feuilles, on obtiendra un vin considérablement amélioré, et ce résultat remarquable est dû à deux causes :

» 1° La diffusion dans la masse vineuse des principes aromatiques

agréables, provenant du dédoublement des glucosides spéciaux et caractéristiques de la feuille de vigne des cépages de grande qualité;

» 2° L'action plus marquée, en ce cas, de la levure de grand cru qui, ensemencée dans un moût de vin commun, additionné de glucosides de feuilles du cépage *d'où provient initialement ce ferment* sélectionné, rencontre un milieu de culture plus favorable, puisque l'extrait lui a apporté ces principes qui, ainsi qu'il résulte de mes précédentes recherches, ont été élaborés par les feuilles pour émigrer dans le fruit au moment de la maturation, principes dont s'accommode plus particulièrement la levure de tel ou tel cru, de même nature que l'extrait.

» Il est évident en effet que, dans ces conditions, l'action physiologique de la levure s'exerce plus normalement et se rapproche davantage de celle qu'elle manifeste dans le jus de raisins de grand vin dont elle est originaire; il en résulte donc que le bouquet engendré dans ce cas, par son évolution, est beaucoup plus marqué que dans le moût de vin commun non additionné d'extrait de feuilles.

» J'ai fait faire aux dernières vendanges, en divers points de la France, de nombreuses expériences sur vins rouges et blancs, et partout les résultats sont venus confirmer cette manière de voir. Je citerai, entre autres, un essai effectué dans la Gironde, dans des conditions offrant toute garantie, par M. Malvezin, œnotechnicien à Caudéran.

» Le moût de vin rouge ordinaire avait été pasteurisé, avec les précautions voulues pour la conservation de la couleur, et divisé en deux portions égales, dont l'une reçut 1^{kg} d'extrait de feuilles de vigne de Saint-Émilion pour 10^{hl}, soit un millième, préalablement mélangé au levain de levure pure qui avait été mis en préparation deux jours d'avance. L'autre portion fut ensemencée avec un levain de même levure, mais sans addition de glucosides de feuilles. Enfin une cuvée témoin fut faite par les méthodes ordinaires de vinification.

» Les trois vins, après décuvage, furent soignés de la même manière et ont été récemment soumis à divers dégustateurs, qui ont constaté une grande différence de qualité et, par suite, de valeur, entre ces trois vins.

» En première ligne, fut rangé celui qui avait reçu le levain à l'extrait de feuilles : ce vin n'a aucun goût de terroir, il est fin et possède un bouquet accentué.

» En deuxième ligne, le vin simplement levuré, qui a gardé en partie son goût de terroir et dont le bouquet, dû uniquement à la levure, est moins développé, quoique très appréciable.

» Enfin, le vin témoin, plus commun et de bouquet presque nul, a été classé comme bien inférieur aux deux autres.

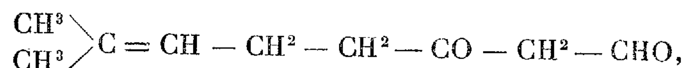
» En résumé, il ressort de toutes les expériences faites sur un grand

nombre d'hectolitres de vins divers, que l'emploi des feuilles de vignes de cépages de qualité, sous forme d'extraits renfermant les glucosides, même à la dose minime de $\frac{1}{1000}$, constituera un adjuvant précieux pour la vinification par les levures pures sélectionnées, et déterminera une grande amélioration des vins. »

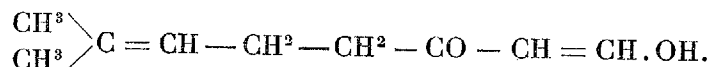
CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le méthyloctènonal* (¹). Note de M. **G. Leser**, présentée par M. Friedel.

« L'aldéhyde β-cétonique dont j'ai récemment décrit la préparation (²) est extrêmement stable : on peut la distiller dans le vide sans aucune altération; elle bout à 108°-110° sous 10mm, se prenant en masse par refroidissement. A la pression normale, elle passe de 205° à 210°, se colorant cependant légèrement et laissant un résidu de distillation noirâtre.

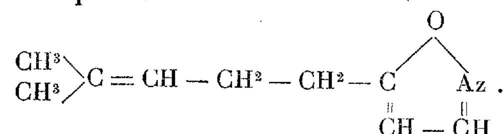
» L'étude des dérivés de cette alone semble jusqu'à présent montrer que, dans certaines réactions, elle fonctionne sous sa forme normale



alors que, dans d'autres cas, on est obligé d'admettre qu'elle possède la constitution tautomérique, c'est-à-dire oxyméthylénique :



» *Action de l'hydroxylamine.* — Afin d'obtenir l'oxime de la fonction aldéhydique, j'ai fait réagir une molécule d'hydroxylamine sur une molécule d'alone, à froid, en liqueur hydro-alcoolique. Le produit obtenu est insoluble dans les alcalis, possède l'odeur caractéristique des isoxazols et bout à 113°-114° sous 16mm. L'analyse correspond exactement à la composition



» Les isoxazols (³) de cette nature n'ont pas la stabilité de ceux qui dérivent des

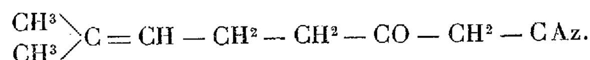
(¹) Laboratoire de M. Barbier, Faculté des Sciences de Lyon.

(²) *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 108.

(³) Claissen et Stock, *Berichte*, t. XXIV, p. 130.

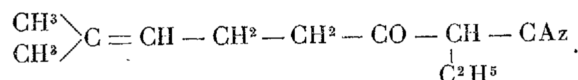
β-dicétones, dans lesquels le carbone uni à l'azote ne possède plus d'atome d'hydrogène mobile. Si l'on traite en effet une molécule d'isoxazol par une molécule d'éthylate de sodium, il se produit une réaction très violente, qu'il est nécessaire de modérer par un refroidissement énergique. On chauffe ensuite légèrement au bain-marie, jusqu'à complète dissolution dans l'eau. L'addition de la quantité calculée d'acide acétique dilué provoque la séparation d'un liquide inodore, qui bout exactement 10° plus haut que l'isoxazol, c'est-à-dire à 123°-124°, sous 16mm, et possède la même composition $C^9H^{13}AzO$.

» L'isoxazol a donc été isomérisé en nitrile :



$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>C = CH - CH^2 - CH^2 - CO - CH^2 - CAz.$$

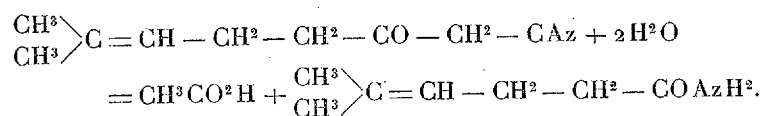
On peut aisément, par l'intermédiaire du sel de sodium, introduire des radicaux alcooliques dans cette molécule. Le nitrile éthylé bout à 140°-141° sous 18mm et possède la constitution



$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>C = CH - CH^2 - CH^2 - CO - \underset{\displaystyle C^2H^5}{\underset{|}{CH}} - CAz.$$

J'ai tenté de saponifier le nitrile par l'acide chlorhydrique alcoolique, dans le but d'obtenir des imido-éthers analogues à ceux qui ont été décrits par M. Pinner (¹) pour le benzonitrile et par M. Haller (²) pour la cyanacétophénone : la nature incomplète de la molécule se prête mal à cette tentative et il est à craindre que la fixation des éléments de HCl sur la double liaison ne me permette pas de retirer des produits définis et analysables de cette réaction.

» La potasse alcoolique agit d'une façon beaucoup plus nette, mais aussi plus profonde. Traité par cet agent, le nitrile fournit, par suite d'un dédoublement assez curieux, une amide



$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>C = CH - CH^2 - CH^2 - CO - CH^2 - CAz + 2H^2O$$
$$= CH^3CO^2H + \begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>C = CH - CH^2 - CH^2 - COAzH^2.$$

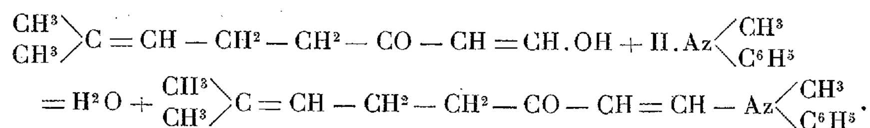
» La méthylhexénamide se présente en beaux cristaux, d'aspect nacré, fusibles à 85°-86° et répondant à la composition $C^7H^{13}OAz$. Si l'on prolonge l'action de la potasse, on voit se dégager de l'ammoniaque et l'on isole l'acide méthylhexénoïque bouillant à 216°-218°, identique à celui décrit par MM. Barbier et Leser (³).

» Traité dans les mêmes conditions, le nitrile-éthyle se dédouble en ammoniaque, acide formique et méthylnonénone, bouillant à 203°-205°, que j'ai obtenue récemment dans une autre réaction (⁴).

(¹) *Berichte*, t. X; 1889.
(²) *Bulletin de la Société chimique*, 2e série, t. XLVIII, p. 24.
(³) *Ibid.*, 3e série, t. XVII, p. 748.
(⁴) *Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 763.

» *Action des amines.* — Le méthylocténonal s'unit aisément à l'aniline pour donner une anilide bouillant à 210°-212° sous 20^mm. Ce dérivé, soumis à l'action de l'acide sulfurique concentré suivant le procédé de synthèses quinoléiques décrit par M. C. Beyer (¹) et par A. Combes (²), fournit une base cristallisée qui sera étudiée spécialement.

» La méthylaniline réagit dans les mêmes conditions pour donner un corps bouillant à 214°-216° sous 17^mm, $C^{16}H^{21}AzO$. La formation de ce dernier dérivé ne s'explique que si l'on fait intervenir la constitution tautomérique de l'alone



$$\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>C=CH-CH^2-CH^2-CO-CH=CH.OH+H.Az\!<\!\!\begin{matrix}CH^3\\C^6H^5\end{matrix}$$

$$=H^2O+\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>C=CH-CH^2-CH^2-CO-CH=CH-Az\!<\!\!\begin{matrix}CH^3\\C^6H^5\end{matrix}.$$

» Je poursuis l'étude des dérivées de cette alone, espérant pouvoir contribuer, dans une certaine mesure, à la connaissance des composés oxyméthyléniques qui ont fait en ces derniers temps l'objet de travaux intéressants. »

CHIMIE ANIMALE. — *Sur une fibrine cristallisée.* Note de M. A. **Maillard**, présentée par M. Arm. Gautier.

« Les matières albuminoïdes ne sont connues jusqu'ici qu'en petit nombre à l'état cristallin (³) : ce sont d'abord les hémoglobines, puis les diverses globulines signalées sous le nom d'*aleurones* dans les graines de beaucoup de végétaux, enfin les albumines de l'œuf de poule (Hofmeister 1889) et du sérum de cheval (Gürber 1894). Mais l'obtention des deux dernières a été réalisée en les précipitant par le sulfate ammonique, et la formation d'un sulfate double est rendue probable par le dégagement de AzH^3 et divers autres indices. Il peut donc être intéressant de signaler une substance albuminoïde cristallisée dans son milieu naturel. Je l'ai rencontrée dans le sérum de sang.

» L'Institut sérothérapique de l'Est prépare depuis plusieurs années, sous la direction de M. le professeur Macé, du sérum antidiphtérique, dont les tubes non utilisés sont retirés de la circulation au bout de quelques

(¹) *Berichte*, t. XX, p. 1767.

(²) *Bulletin Soc. chim.*, t. XLIX, p. 90.

(³) Voir L. Maillard, *La cristallisation des albuminoïdes* (*Revue générale des Sciences*, 15 août 1898; p. 608).

mois. On a remarqué que ces tubes, parfaitement limpides à leur départ, offraient au retour un dépôt blanc, pulvérulent, dense, plus ou moins abondant. Je dois à l'obligeance de MM. Thiry et Roussel, préparateurs de M. Macé, d'avoir pu étudier ce dépôt, facile à isoler par décantations et lavages, et entièrement constitué par de la fibrine en cristaux microscopiques (1).

» Le dépôt est formé de grains anguleux en amas de 4μ à $30\,\mu$, avec quelques lamelles d'aspect clinorhombique. L'emploi de la lumière polarisée rend manifeste leur structure cristalline. Pour éliminer toute erreur pouvant provenir de matières cristallines étrangères, j'ai fait la série des lavages suivants : eau, alcool, éther, HCl et KOH étendus, NaCl à 10 pour 100, eau. Le résidu est resté identique au produit primitif.

» C'est une substance organique azotée, sulfurée et phosphorée. La réaction xanthoprotéique, les réactions de Millon et du biuret sont typiques. Nous sommes donc bien en présence d'une matière albuminoïde. J'ai du reste essayé plusieurs réactions complémentaires, telles que la coloration violette par HCl concentré et chaud, la coloration bleue par le molybdate d'ammonium en solution sulfurique (réaction de Fröhde), la coloration rouge par H^2SO^4 en présence du saccharose ou du furfurol : toutes ont été positives.

» Le produit est insoluble dans l'eau, l'alcool, l'éther, HCl, H^2SO^4, $HAzO^3$, $C^2H^4O^2$, KOH, AzH^3, NaCl à 10 pour 100, $(AzH^4)^2SO^4$ à 10 pour 100. Ce n'est donc ni une albumine, ni une globuline. Par un long séjour dans HCl à 3 pour 1000, NaCl à 10 pour 100, KOH à 2 pour 100, les grains se gonflent lentement : au bout de deux jours on y voit encore, grâce à la lumière polarisée, des traces de cristallisation, surtout avec HCl. Le chlorure de sodium à 10 pour 100, le nitre à la même dilution les dissolvent légèrement. Le fluorure de sodium à 1 pour 100 les gonfle rapidement à 40°, et le liquide soigneusement filtré contient un peu de matière albuminoïde coagulable par la chaleur, précipitable par un excès de $(AzH^4)^2SO^4$ en solution saturée. La solution fluorée précipite par l'acide phosphotungstique, l'acide picrique, le tanin. La solution dans l'eau salée précipite par le sulfate de cuivre ou le sublimé. Tous ces caractères sont ceux des fibrines.

» Enfin, étant donné le rôle des sels de calcium dans la formation de la fibrine, j'ai recherché le Ca au spectroscope, et j'en ai trouvé nettement les raies caractéristiques. Ne possédant pas de grandes quantités de substance, je n'ai pas fait d'analyse centésimale, ce qui d'ailleurs n'apprendrait rien de plus.

» C'est donc bien de la fibrine cristallisée qui se dépose dans le sérum abandonné pendant des mois à l'abri de la putréfaction (2).

---

(1) Dersbgowski avait signalé déjà (*Wratsch*; n° 51. — *Jahresb. pathog. Mikroorgan.*, t. XII, p. 238; 1896) l'apparition de fibrine dans certains tubes de sérum, mais sans généraliser le fait ni remarquer la forme cristalline.

(2) L'eau oxygénée ne laisse dégager que très lentement et en quantité insignifiante

» Cette fibrine n'est pas spéciale au sérum antidiphtérique, car j'ai retrouvé le même dépôt de fibrine cristallisée dans du *sérum de bœuf* n'ayant subi aucune immunisation. On peut en conclure que, lorsqu'on sépare le sérum limpide après la coagulation du sang, il contient encore en faible quantité les générateurs de la fibrine, et que la réaction s'achève avec une grande lenteur, permettant ainsi au produit d'affecter la structure cristalline. Ce qui le prouve, c'est que, dans un certain nombre de tubes où la fibrine est apparue dès les premières semaines, elle se présente sous sa forme ordinaire de *flocons amorphes*.

» Nous remarquerons que les seules matières albuminoïdes déposées avec lenteur, cette fibrine d'une part, et de l'autre les globulines mises en réserve par les végétaux dans leurs graines, se présentent précisément à l'état cristallin. Il est donc permis de se demander si les albuminoïdes ne sont pas, comme bien d'autres substances, capables de cristalliser par simple ralentissement de leur dépôt. Ces substances ne seraient pas incristallisables, mais *lentement* cristallisables, de même qu'elles ne sont pas indiffusibles, mais lentement diffusibles à travers les membranes dialysantes. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *De la nature du sucre urinaire des diabétiques.* Note de MM. **G. Patein** et **E. Dufau**, présentée par M. Arm. Gautier.

« On peut rencontrer dans les urines pathologiques, ainsi que l'indique M. Armand Gautier dans ses *Leçons de Chimie biologique*, la *glycose*, la *lévulose*, l'*inosite*, la *dextrine* et les *gommes*. On admet généralement que le sucre des urines diabétiques est de la *glycose* et que la *lévulose* s'y rencontre rarement. Landolph a cependant publié un certain nombre de Notes qui sont contraires à cette manière de voir (*Comptes rendus*, 28 décembre 1896; 12 juillet 1897; 14 novembre 1898). Il avance que les sucres diabétiques se présentent sous trois formes au moins : 1° un sucre réduisant en jaune la liqueur de Fehling et donnant le même titre aux dosages par le saccharimètre, par la liqueur de Fehling et par fermentation; 2° un sucre réduisant en rouge vif la liqueur de Fehling, réduisant une fois et demie plus

de fines bulles d'oxygène. L'émulsion de gaïac ne bleuit qu'au bout d'une heure et seulement en présence d'essence de térébenthine aérée. Il y a là deux caractères qui, joints à la difficile solubilité dans les sels, pourraient faire songer à une variété de la fibrine ordinaire.

que le sucre de raisin; le polarimètre indique une quantité de sucre bien moindre que la réduction; 3° un sucre réduisant la liqueur de Fehling en rouge violacé, réduisant deux fois plus que le sucre de raisin; le polarimètre indique moitié moins de sucre que la réduction.

» Contrairement aux assertions de Landolph, Le Goff a extrait de l'urine des diabétiques de la *glycose* pure dont il a démontré d'une façon inattaquable l'identité avec la glycose *d* de E. Fischer.

» Pareille divergence d'opinion s'est manifestée sur la nature du sucre contenu dans le sang. En effet, M. Hédon (*Société de Biologie,* 7 mai 1898) annonçait avoir isolé du sang un sucre *à peu près pur,* dont les titrages différaient suivant qu'ils étaient effectués au saccharimètre ou à la liqueur de Fehling. « Dans une analyse, dit-il, le polarimètre indiquait 21^{gr} de glycose » par litre, tandis que le titrage en décelait 36^{gr}.... Il découle donc de cette » constatation, ou bien que le sucre du sang diabétique est un sucre par» ticulier différent de la glycose, ou bien qu'il représente un mélange de » plusieurs sucres à propriétés optiques inverses ». M. Hanriot (*Société de Biologie,* 14 mai 1898) a, de son côté, retiré du sang un sucre paraissant posséder un pouvoir rotatoire dextrogyre plus faible que celui de la glycose, et d'un pouvoir réducteur supérieur; mais, par une purification plus complète, M. Hanriot put obtenir 6^{gr} d'un composé donnant à l'analyse, au saccharimètre et à la réduction des chiffres qui s'accordent avec la glycose; il en prépara de plus l'ozazone et convertit ce sucre en parachloralose fusible à 227°, ce qui caractérise nettement la glycose *d*. M. Hanriot ajoute qu'il a trouvé en outre dans les urines sucrées deux corps réducteurs n'ayant aucun pouvoir rotatoire.

» Enfin, d'après M. Carles, de Bordeaux, les urines normales non sucrées ont une réaction lévogyre variant de 0°,25 à 0°,80 saccharimétrique, en sorte que trois fois, sur quatre, une urine marquant 0° au polarimètre renferme un sucre réducteur dextrogyre; ce pouvoir lévogyre serait proportionnel à la quantité des matières *extractives* de l'urine.

» Depuis un certain temps nous cherchons par quelle cause des urines diabétiques qui étaient *dextrogyres* finissent par ne plus contenir de *glycose* et devenir *lévogyres*. La présente Note a pour but de démontrer qu'une urine dont la teneur en sucre ne paraît pas la même, suivant qu'on la détermine au saccharimètre ou à la liqueur de Fehling, contient cependant bien toujours de la glycose.

» Il s'agit d'un diabétique suivant exactement le régime et ne prenant aucun médicament; les dosages ont été faits au saccharimètre de Laurent et à la liqueur de Feh-

ling exactement titrée. Mais nous avons modifié le mode de défécation ordinaire en remplaçant le *sous-acétate de plomb* par le *nitrate acide de mercure*, comme l'avait autrefois indiqué Tanret pour le traitement de l'urine avant l'essai à la liqueur de Fehling.

» Voici comment nous procédons : 100^{cc} d'urine sont additionnés de 10^{cc} de *nitrate acide de mercure*, puis d'un excès de *lessive de soude* et enfin d'eau distillée, pour amener le volume total à 150^{cc}, puis on filtre. On faisait alors chaque fois trois dosages : un dosage à la liqueur de Fehling, un second au saccharimètre après défécation au *sous-acétate de plomb*, un troisième également au saccharimètre après défécation au *nitrate acide de mercure*. Voici les résultats obtenus :

	21 déc.	25 déc.	6 janv.	9 janv.	13 janv.	16 janv.	
Avec la liqueur de Fehling.......	$3^{gr},80$	$2^{gr},80$	$2^{gr},53$	$6^{gr},36$	$5^{gr},27$	$4^{gr},36$	par litre
Avec le saccharimètre après défécation au sous-acétate de Pb.	1,86	2,07	1,33	3,99	4,26	2,50	»
						3,10	»
Avec le saccharimètre après défécation au nitrate de Hg....	3,40	2,90	2,99	6,66	4,90	4,70	»

» Dans la dernière colonne verticale, la différence des deux chiffres trouvés après défécation au sous-acétate de plomb provient de ce que, dans les deux essais, on a fait varier la proportion de ce dernier.

» L'examen de ces chiffres ne laisse aucun doute et permet de conclure :

» 1° Même lorsqu'une urine de *diabétique* donne des chiffres plus faibles au saccharimètre qu'à la liqueur de Fehling, le sucre qu'elle contient est de la *glycose d*.

» 2° Lorsqu'il y a une différence entre les chiffres des deux méthodes, elle provient de la présence dans l'urine de matières lévogyres que le *sous-acétate de plomb* ne précipite pas complètement. Il convient de remplacer celui-ci par le *nitrate acide de mercure*, qui donne un liquide incolore et limpide, ne contenant plus que le sucre urinaire comme matière agissant sur la lumière polarisée.

» Ce liquide se trouble assez rapidement, mais il redevient de nouveau limpide après filtration. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence de la lumière sur la formation des substances azotées vivantes dans les tissus des végétaux*. Note de M. **W. Palladine**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« On sait distinguer les cellules mortes des cellules vivantes, et, dans chaque cellule, les parties mortes et les parties vivantes. On dit : les

membranes cellulaires, les grains d'amidon, les cristaux d'oxalate de chaux sont les parties mortes d'une cellule vivante. Nous pouvons aussi facilement diviser en deux groupes les substances azotées qui se trouvent dans une cellule vivante. Le protoplasma, le noyau, les grains de chlorophylle, les leucites sont des parties azotées vivantes d'une cellule; les grains d'aleurone, les cristalloïdes, les substances protéiques dissoutes dans le suc cellulaire, sont des parties azotées mortes d'une cellule vivante.

» Or, en traitant les cellules végétales par le suc gastrique ([1]), on constate que les matières protéiques mortes se dissolvent complètement, tandis que les substances protéiques vivantes donnent un reste azoté insoluble. Ces dosages ne sauraient fournir des résultats absolus, mais permettent d'entreprendre des recherches *comparatives*.

» Aucun agent extérieur n'est pour les plantes d'une importance aussi grande que la lumière. C'est de la lumière que dépend non seulement la nutrition des végétaux, mais même la forme et la structure de leurs organes. J'ai cherché quelle influence peut exercer la lumière sur la formation des substances azotées actives dans les feuilles.

» Les feuilles avec lesquelles j'ai opéré, dans les diverses séries d'expériences relatives à l'influence de la lumière sur la synthèse des substances azotées, étaient placées sur une dissolution de saccharose à 5 ou à 10 pour 100. Ces feuilles n'avaient donc pas besoin d'assimiler l'acide carbonique de l'atmosphère, et, en fait, cette assimilation est absolument négligeable. Cependant, des cultures comparées de feuilles étiolées sur saccharose, à la même température, les unes maintenues à l'obscurité, les autres exposées à la lumière, ont mis en évidence une différence considérable.

» Au bout de six jours, si l'on compare les feuilles étiolées de Fève maintenues à l'obscurité (où elles étaient restées jaunes) à d'autres feuilles identiques exposées à la lumière (où elles s'étaient colorées en vert et avaient pris de plus grandes dimensions), on constate les résultats suivants :

» 1° *Les feuilles ont assimilé, à la lumière, trois fois plus de saccharose qu'à l'obscurité.*

» 2° *En présence du saccharose, la synthèse des matières protéiques s'effectue plus énergiquement à la lumière qu'à l'obscurité.* Cette production de

---

([1]) Voir W. Palladine, *Recherches sur la corrélation entre la respiration des plantes et les substances azotées actives* (*Revue générale de Botanique*, t. VIII, 1896, p. 225).

substances azotées vivantes a lieu aussi cependant à l'obscurité, contrairement à ce que pensent divers auteurs. Ainsi pour 100^{gr} de feuilles fraîches de Fève, l'azote contenu dans les substances protéiques a augmenté de 247^{mg} à la lumière et de 97^{mg} à l'obscurité.

» 3° *Dans la moitié bleue du spectre, la régénération des matières protéiques s'effectue plus énergiquement que dans la moitié jaune du spectre.*

» 4° *La présence d'une réserve abondante d'hydrates de carbone et l'action de la lumière sont indispensables à la formation normale des substances azotées vivantes dans les feuilles.*

» La respiration est le phénomène qui indique le mieux l'activité vitale des organismes, car la respiration est intimement liée à la plupart des réactions qui s'effectuent dans les plantes. Or, si l'on opère comme dans les expériences précédentes, avec des feuilles cultivées sur saccharose, les unes à la lumière, les autres à l'obscurité, puis que l'on fasse respirer les deux lots à l'obscurité en mesurant le gaz carbonique produit, on trouve une grande différence.

» *Cultivées sur saccharose, les feuilles qui ont été exposées à la lumière ont dégagé (à l'obscurité) plus du double de gaz carbonique que les feuilles maintenues à l'obscurité pendant la culture sur saccharose.*

» Enfin il est à remarquer qu'il existe une corrélation entre la quantité de gaz carbonique dégagé CO^2 et la teneur en azote N des matières protéiques actives.

» Dans chaque série d'expériences, que le lot de feuilles en culture ait été exposé à la lumière ou qu'il ait été maintenu à l'obscurité, le rapport $\frac{CO^2}{N}$ n'a pas varié. »

M. Fr. Lepère demande l'ouverture d'un pli cacheté, déposé le 23 janvier 1899, et inscrit sous le n° 6071.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, contient une Note relative à un produit capable de détruire les insectes qui attaquent les arbres fruitiers.

La séance est levée à 4 heures et demie.

M. B.

ERRATA.

(Séance du 16 janvier 1899.)

Note de M. *Alexis de Tillo*, Résultats des observations faites, etc.

Page 155, ligne 15, *au lieu de* Sarnaoul, *lisez* Barnaoul.
Page 156, ligne 9 (3e colonne), *au lieu de* + 12, *lisez* + 17.
Même page, ligne 21, *au lieu de* Fianshan, *lisez* Tianshan.

(Séance du 30 janvier 1899.)

Note de M. *Lémeray*, Sur le problème de l'itération :

Page 278, ligne 20, *lisez Premier cas :* $0 < \varphi'(0) < 1$.
Même page, ligne 23, *au lieu de* $\varphi(z) = z$, *lisez* $\varphi(z) - z$.

Note de M. *G. Sagnac*, Émission de différents rayons très inégalement absorbables, etc. :

Page 302, ligne 10 en remontant, *au lieu de* agissant en *déterminant* l'effet des autres radiations, *lisez* agissant en *détruisant* l'effet des autres radiations.

Note de M. *A. Poincaré*, Mouvements barométriques sur l'orthogonal du méridien de la Lune :

Page 331, à la suite de la Note au bas de la page, *ajoutez :*
Fig. 1. — Orthogonal du méridien lunaire. Moyens mouvements barométriques en lune boréale : π projection de p et de opp; π' projection de p' et de a. Pour le méridien lunaire, se reporter au schéma de la page 743 du n° 19.
Fig. 2. — Hémisphère N. Mouvements en lune boréale. Pour représentation en lune australe, changer tous les signes, substituer a à p et p' à opp et faire faire demi-tour à la figure.



COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 FÉVRIER 1899,

PRÉSIDENCE DE M. VAN TIEGHEM.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** informe l'Académie que *Sir George-Henry Richards*, Correspondant de la Section de Géographie et Navigation, dont la mort ne lui avait pas été annoncée, est décédé à Londres, le 14 novembre 1896.

M. **Hatt** donne lecture de la Notice suivante sur la vie et les travaux de notre savant Correspondant :

« Sir George-Henry Richards, né à Anthony (Cornouailles) le 13 juin 1820, entra, en 1833, dans la Marine Royale, carrière où s'était distingué son père, George-Spencer Richards, devenu capitaine de vaisseau au service de S. M. Britannique. Après deux ans de navigation dans l'Atlantique, le jeune Richards, nommé midshipman, fut attaché, en 1835, à une mission d'exploration du Pacifique. Il fit ses débuts sous la direction

du célèbre hydrographe Belcher, et gagna ses premiers grades dans cette campagne, qui se prolongea pour lui pendant sept années consécutives, et qui lui permit de participer à des reconnaissances hydrographiques dans le Pacifique, la Nouvelle-Guinée, les Moluques, ainsi qu'à l'expédition contre la Chine en 1840.

» En 1842, après trois mois de séjour en Angleterre, le lieutenant Richards dut repartir à bord du *Philomel*, destiné à l'hydrographie des Malouines. Cette nouvelle campagne dura moins que la première, car le *Philomel* fut détaché, en 1855, dans la Plata pour coopérer à l'expédition contre Rosas. Richards se distingua à l'attaque de l'Obligado et, à son retour en Angleterre, en juin 1846, il fut promu capitaine de frégate.

» L'année suivante, il repartit sur l'*Acheron*, armé pour faire l'hydrographie de la Nouvelle-Zélande, dont les Cartes, actuellement existantes, proviennent encore, en grande partie, de ce levé et mentionnent les noms de Stokes et Richards.

» A peine de retour de cette campagne de plus de quatre ans, il redemanda du service (1852) et vit sa demande immédiatement accueillie, car il fut appelé au commandement de l'*Assistance*, qui fit partie de la croisière envoyée dans les régions arctiques pour continuer les recherches concernant l'expédition de Franklin. Cette mission contribua à mettre en relief les qualités multiples acquises par le brillant officier dans son rude apprentissage de savant et d'homme d'action.

» Dans l'espace de sept mois, il parcourut plus de 2000 milles en traîneau sur la glace, faisant, dans des conditions vraiment difficiles, le pénible métier d'explorateur. Son égalité d'humeur et son esprit sociable contribuèrent, pour beaucoup, à la réussite de cette expédition, en soutenant le moral de ses subordonnés.

» Nommé capitaine de vaisseau à son retour en Angleterre en 1854, il dut rester en disponibilité jusqu'en 1856, époque à laquelle il obtint le commandement du *Plumper* envoyé en mission hydrographique aux îles Vancouver et sur les côtes de la Colombie britannique. Il reçut en même temps sa nomination de Commissaire du Gouvernement de la Reine pour opérer, de concert avec le commandant Prévost, la délimitation de frontières entre les possessions anglaises et les États-Unis.

» Après s'être acquitté avec honneur de cette tâche, dont le succès, au point de vue technique, lui revient entièrement, Richards entreprit le difficile travail de la reconnaissance des côtes et des îles de l'Amérique occidentale dans une région où la nature a mis tout en œuvre pour décourager

l'hydrographe le plus expérimenté. Côtes dangereuses hérissées d'écueils, climat rude avec les intempéries des pays septentrionaux, absence de ressources, tous les obstacles étaient accumulés et il a fallu la maîtrise de ce vaillant marin pour les surmonter. Ce merveilleux travail devait couronner sa carrière de grande activité et consacrer définitivement sa réputation scientifique.

» Il revint en Angleterre en 1863, après une absence de sept ans, en achevant son troisième voyage de circumnavigation, et fut tout de suite nommé au poste, devenu vacant, d'Hydrographe de l'Amirauté.

» Dans ces fonctions importantes, qu'il conserva pendant dix ans, Richards consacra son activité et sa puissance d'organisation à améliorer le service qui lui était confié, tant au point de vue des méthodes scientifiques que de la production générale.

» C'est sous sa direction que furent organisés les voyages d'exploration des mers auxquels participèrent les navires *Porcupine* et *Lightning*, de 1868 à 1870, et la célèbre expédition du *Challenger* (1872), à la préparation de laquelle il prit une part prépondérante. C'est à lui également que sont dues les études préliminaires concernant les missions anglaises du premier passage de Vénus, qui se mirent en route peu de temps après sa sortie de l'Amirauté.

» Le mérite éminent de Richards fut récompensé par les honneurs que l'Angleterre accorde à la valeur scientifique de ses officiers au même titre qu'à leurs qualités militaires. Nommé contre-amiral en 1870, il devint successivement vice-amiral en 1877 et amiral en 1884. Il devint aide de camp de la Reine en 1869, fut anobli en 1877 et créé Commandeur de l'ordre militaire du Bain en 1888.

» La Société royale l'admit en 1866, l'année même où l'Académie le nommait son Correspondant dans la Section de Géographie et de Navigation, à la place de Fitz-Roy, auquel nul ne pouvait plus dignement succéder.

» Il mourut le 14 novembre 1896, laissant le souvenir d'un homme supérieur, dans la meilleure acception du terme, car, à son grand savoir et à son infatigable activité, il joignait un caractère charmant, beaucoup de finesse et une grande bienveillance vis-à-vis de ses jeunes collègues. Son éloge à la Société royale a été prononcé par l'amiral Wharton, titulaire actuel des fonctions qu'il occupa à l'Amirauté. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la chaleur de formation de la chaux anhydre à partir des éléments.* Note de M. **Henri Moissan.**

« La chaleur de formation de la chaux anhydre à partir des éléments, calcium et oxygène, a été déterminée par M. Thomsen ([1]), qui l'évalue à $+ 131^{Cal},5$. Mais les résultats indiqués par ce savant présentent quelques incertitudes, en raison des impuretés que contenait son calcium et aussi à cause de la méthode employée. Ces expériences ont été faites avec du calcium, renfermant du fer, attaqué dans le calorimètre par une solution d'acide chlorhydrique, et le poids du calcium a été déduit du volume d'hydrogène dégagé. Enfin, on a opéré en présence de pétrole, ce qui complique nécessairement l'expérience.

» Nous avons pensé qu'il était indispensable de reprendre cette détermination avec le métal pur, que nous avons préparé par solubilité dans le sodium. Nous avons employé pour ces recherches le calorimètre et les méthodes de M. Berthelot.

» Lorsque le calcium obtenu en petits cristaux est projeté à la surface de l'eau, il décompose cette dernière avec rapidité, et, si la quantité d'eau n'est pas très grande ou si le calcium est en poussière fine, il peut se produire des phénomènes d'incandescence. De plus, chaque parcelle de calcium s'entoure d'une gaine d'hydrogène et vient nager à la surface du liquide. Il est donc impossible, dans ces conditions, de faire aucune détermination thermochimique. Au contraire, si le métal est fondu ou aggloméré par une forte pression, la décomposition au contact de l'eau sera beaucoup plus lente, à cause de la chaux hydratée qui ne tarde pas à entourer le métal et qui ralentit la réaction.

» Un cylindre de calcium pesant 1^{gr} environ exige, parfois, plus d'une heure pour se transformer au contact de l'eau en chaux hydratée, et l'expérience est alors beaucoup trop longue pour se prêter à une mesure calorimétrique.

» Pour éviter ces inconvénients, nous avons cherché à obtenir des cylindres peu agglomérés, c'est-à-dire encore poreux, dont la transformation en présence de l'eau se produisait en trois ou quatre minutes.

([1]) Thomsen, *Thermochemische Untersuchungen*, t. III, p. 243.

» Mais, dans ces nouveaux essais, dès que la hauteur du cylindre devient supérieure au tiers de son diamètre, la compression n'est plus uniforme, et, pendant l'attaque de l'eau, le métal se désagrège; il se dégage des parcelles qui viennent encore nager à la surface du liquide. Enfin, la préparation de ce cylindre nécessite toujours une manipulation plus ou moins longue du calcium en présence de l'air, qui peut entraîner une oxydation superficielle avec formation d'une petite quantité d'hydrate de chaux.

» Nous avons adopté définitivement le mode opératoire suivant :

» Le calcium pur, en petits cristaux, est introduit dans un tube cylindrique de platine de $0^m,04$ de hauteur et de $0^m,01$ de diamètre, formé de deux dés entrant à frottement dur l'un dans l'autre. Ce tube porte un grand nombre de petites ouvertures d'environ un quart de millimètre de diamètre. Lorsque l'on projette ensuite ce cylindre de platine dans l'eau, une très petite quantité de liquide pénètre dans l'intérieur, et le dégagement d'hydrogène qui se produit arrête aussitôt toute nouvelle arrivée d'eau. Dès lors, la décomposition ne devient jamais tumultueuse et l'on peut régler la réaction avec facilité. Dans des expériences préliminaires, nous avons remarqué que 1^{gr} de calcium pouvait s'attaquer en trois ou quatre minutes. Après ce temps, il ne reste pas trace de métal inoxydé au milieu du tube de platine. A la fin de l'expérience l'eau est devenue laiteuse et contient en supension de l'hydrate de chaux, ce qui indique une saturation complète de cette base.

» Pour bien mettre le calcium en équilibre de température avec l'eau du calorimètre le tube de platine était introduit dans un tube de verre très mince, de volume un peu plus grand, scellé à la lampe et maintenu pendant toute une nuit au fond même du calorimètre rempli d'eau. Le lendemain matin, le tube de verre était brisé au moment de faire l'expérience et on lisait les variations de température.

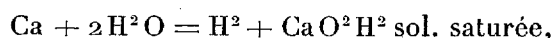
» Le poids du calcium mis en expérience était déterminé de deux façons différentes :

» 1° Par pesée en nature;

» 2° Par dosage à l'état de chaux lorsque l'expérience était terminée. Ces deux déterminations ont donné des résultats très voisins.

» Ajoutons que toute la manipulation du calcium pour le remplissage du tube était faite au fond d'une conserve de verre remplie de gaz carbonique sec.

» Nous avons obtenu ainsi pour la réaction



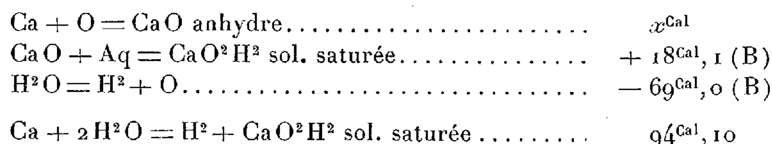
$$Ca + 2H^2O = H^2 + CaO^2H^2 \text{ sol. saturée},$$

dans deux expériences successives,

$$94^{Cal},74 \quad \text{et} \quad 93^{Cal},44,$$

ce qui donne pour moyenne $94^{Cal},10$.

» Il est facile d'en déduire la chaleur de formation de la chaux à partir de ses éléments par la considération des deux cycles suivants, où la chaleur dégagée est la même :

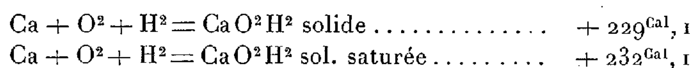


$Ca + O = CaO$ anhydre........................	x^{Cal}
$CaO + Aq = CaO^2H^2$ sol. saturée...............	$+ 18^{Cal},1$ (B)
$H^2O = H^2 + O$................................	$- 69^{Cal},0$ (B)
$Ca + 2H^2O = H^2 + CaO^2H^2$ sol. saturée.........	$94^{Cal},10$

d'où

$$x + 18,1 - 69 = 94,10,$$
$$x = 145^{Cal},$$

nombre sensiblement plus élevé que celui de Thomsen. De ce nombre on déduit immédiatement ceux relatifs à l'hydrate de calcium :



$Ca + O^2 + H^2 = CaO^2H^2$ solide..............	$+ 229^{Cal},1$
$Ca + O^2 + H^2 = CaO^2H^2$ sol. saturée.........	$+ 232^{Cal},1$

» Nous ferons remarquer que d'après ces expériences la chaleur de formation de la chaux est supérieure à celle des oxydes de potassium (+ 98,2) et de sodium (+ 100,9) ce qui établit que le calcium doit déplacer le sodium et le potassium de leurs oxydes, ce qui se produit en effet ainsi que nous l'avons démontré précédemment à propos des propriétés chimiques du calcium [1].

» Si nous envisageons les chaleurs de formation des différents oxydes (BERTHELOT, *Thermochimie*, t. I, p. 710), nous voyons que la lithine Li^2O dégage, pour se produire en partant des éléments, $+ 141^{Cal},2$. Bien que ce chiffre soit très voisin de celui de la chaux anhydre, 145^{Cal}, il lui est inférieur. Nous avons pensé alors qu'il serait curieux de chercher à déplacer le lithium de la lithine par le calcium métallique. Nous n'oublions pas cepen-

---

(1) H. MOISSAN, *Propriétés du calcium* (*Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 584).

dant que nous ne devons, qu'avec une certaine réserve, appliquer les résultats obtenus à la température ordinaire à des réactions par voie sèche produites vers le rouge sombre.

» L'expérience a été faite de la façon suivante : dans un tube de verre difficilement fusible, on place un mélange de lithine anhydre et de cristaux de calcium. On fait le vide avec la pompe de Sprengel, puis l'on chauffe le mélange. La réaction se produit au rouge sombre sans incandescence, et l'on voit un anneau brillant de lithium se condenser dans la partie froide du tube de verre. Ainsi que la théorie le prévoyait, le calcium déplace donc le lithium de son oxyde anhydre.

» Si nous considérons les chaleurs de formation d'autres oxydes, nous remarquons qne $Mg + O = +143^{Cal},4$. Il semblerait donc encore ici que le calcium dût déplacer le magnésium. Or, il n'en est rien; nous avons chauffé un mélange de chaux anhydre et de magnésium en poudre dans un creuset de fer à couvercle vissé en présence d'un excès de sodium. Ce dernier métal a la propriété, comme nous l'avons établi précédemment, de dissoudre à chaud le calcium.

» Après avoir porté ce mélange au rouge pendant quelques instants, le gâteau de sodium qui, après refroidissement, se trouvait à la partie supérieure du creuset, contenait des cristaux de calcium facilement séparables par l'alcool anhydre.

» Les expériences de Winkler avaient déjà mis ce fait en évidence (¹).

» En résumé, le magnésium déplace nettement le calcium de la chaux vive au rouge sombre.

» Nous pensons que l'interprétation de cette expérience doit peut-être amener à considérer la chaleur de formation de la magnésie anhydre, déterminée par M. Thomsen (²), comme étant un peu faible. A l'époque où M. Thomsen a fait ces déterminations, le magnésium métallique n'était pas préparé dans un très grand état de pureté. Il n'y aurait donc rien de surprenant à ce que cette expérience ait donné un chiffre de calories inférieur de quelques unités au chiffre réel.

» Nous reprendrons l'étude de cette détermination. »

(¹) Winkler, *Berichte*, p. 122; 1890.

(²) Thomsen, *Thermochemische Untersuchungen*, t. III, p. 241.

MÉCANIQUE BIOLOGIQUE. — *Sur le mécanisme des phénomènes thermiques liés à la mise en jeu de l'élasticité des corps solides, inertes ou animés;* par M. **A. Chauveau**.

« I. *Résumé des principes directeurs des présentes recherches.* — A. La mise en jeu de l'élasticité des corps solides — celle du caoutchouc vulcanisé servant de type — par addition ou soustraction de charges, y fait naître, dans tous les cas, *deux sortes de travaux intérieurs : a*, le déplacement des molécules les unes par rapport aux autres; *b*, le changement des dimensions des espaces intermoléculaires.

» *a*. Le déplacement des molécules les écarte de leur position d'équilibre ou les y ramène. Dans le premier cas, il y a *travail extérieur détruit :* c'est une cause d'*échauffement*. Dans le second cas, il y a *travail extérieur produit :* c'est une cause de *refroidissement*.

» *b*. Le changement des dimensions des espaces intermoléculaires est une cause de *refroidissement*, si ces dimensions s'accroissent; d'*échauffement*, si elles diminuent.

» B. Quand l'élasticité est mise en jeu *par compression*, le déplacement des molécules s'accompagne du resserrement des espaces intermoléculaires, c'est-à-dire que les deux travaux intérieurs agissent toujours dans le même sens, au point de vue thermique : *ils dégagent tous deux de la chaleur.*

» Il en va de même, mais en sens inverse, au moment de la *décompression :* les deux travaux intérieurs, retour des molécules à leur position d'équilibre, dilatation des espaces intermoléculaires, sont, l'un comme l'autre, cause d'*absorption de chaleur*.

» C. Quand l'élasticité est mise en jeu *par traction*, le travail intérieur qui écarte de leur position d'équilibre les molécules du corps élastique (cause d'*échauffement*), coïncide avec le travail intérieur qui dilate les espaces intermoléculaires (cause de *refroidissement*).

» Si *la traction cesse*, même chose survient, mais en sens inverse. Il y a coïncidence du travail intérieur qui ramène les molécules du corps élastique à leur position d'équilibre (cause de *refroidissement*) avec le travail intérieur qui opère le retrait des espaces intermoléculaires (cause d'*échauffement*).

» Les deux travaux intérieurs contemporains de l'*allongement* ou de la *rétraction* agissent donc en sens inverse l'un de l'autre, au point de vue thermique. L'un *dégage de la chaleur*, l'autre *en absorbe*.

» D. Les manifestations thermiques se superposant rigoureusement aux manifestations mécaniques, l'étude des conditions de production des deux sortes de travaux intérieurs permet de prévoir, non seulement le sens des effets thermiques produits par la mise en jeu de l'élasticité, mais encore la valeur, au moins relative, de ces effets thermiques. Or :

» *a*. Le premier travail intérieur, *déplacement des molécules*, est fonction du travail extérieur qui y est connexe; ce travail intérieur équivaut au produit de la charge qui met en jeu l'élasticité et du chemin que cette charge parcourt en s'abaissant ou en s'élevant.

» *b*. Le deuxième travail intérieur, *changement des dimensions des espaces intermoléculaires*, est seulement fonction du chemin parcouru par la charge, en admettant que les changements de volume éprouvés par les corps dont on met en jeu l'élasticité soient proportionnels aux changements de forme.

» E. Avec la mise en jeu de l'élasticité *par compression*, les deux valeurs dynamothermiques ci-dessus étant de même sens *s'additionnent* tout simplement. L'*échauffement* et le *refroidissement* purs dus à la *compression* et à la *décompression* représentent donc chacun très exactement la *somme arithmétique* de ces deux valeurs.

» F. Avec la mise en jeu de l'élasticité *par traction*, cette addition s'effectue sur deux valeurs affectées de signes contraires. Il en résulte que l'effet thermique total, produit par l'élongation ou la rétraction d'une lanière élastique, représente toujours la *somme algébrique* de deux effets opposés.

» Comme les variations de ces deux effets ne suivent pas une marche parallèle, l'un étant proportionnel au produit de la charge mise en mouvement et du chemin qu'elle parcourt, l'autre au chemin parcouru, il en peut résulter, pour eux, une rencontre passagère de l'égalité, pendant la croissance ou la décroissance de l'élongation et de la rétraction. Cette rencontre entraîne alors la neutralisation absolue des manifestations thermiques et en marque le point d'inversion.

» Étant données les conditions des deux travaux intérieurs, on peut considérer comme inévitables cette rencontre passagère et la neutralité thermique qui en résulte, tant dans le cas d'*allongement* que dans le cas de *rétraction*. Mais l'inversion thermique est nécessairement de sens contraire

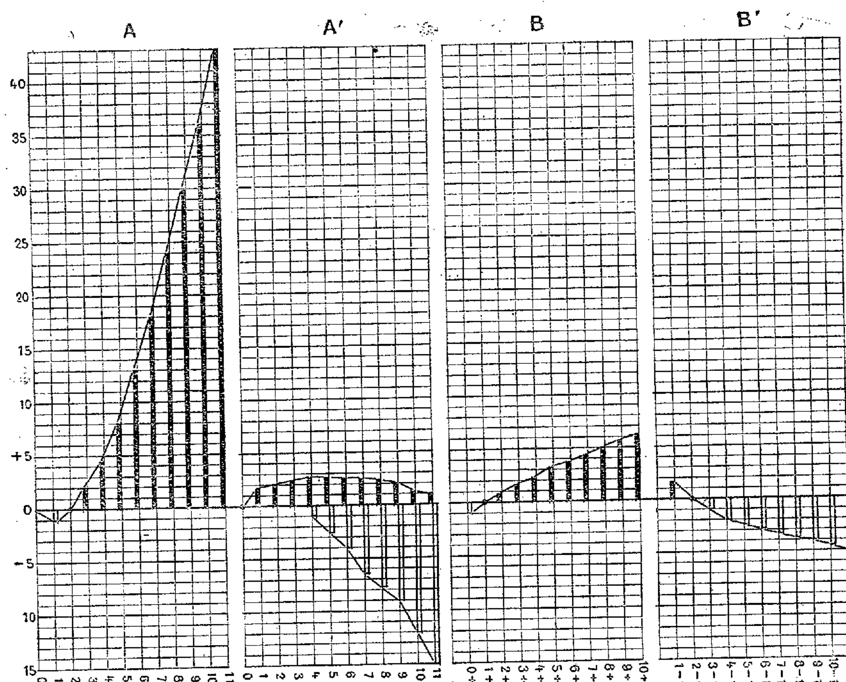
dans les deux cas. Il est logique d'admettre qu'elle survient d'autant plus vite que le corps élastique jouit d'une plus grande extensibilité. Ainsi :

» *a*. Avec le *travail négatif* qui provoque l'*allongement* du caoutchouc, le point neutre et d'inversion est précédé d'une courte phase de *refroidissement* et suivi de la phase thermique principale, celle de l'*échauffement*.

» *b*. Avec le *travail positif* déterminé par la *rétraction* du caoutchouc, le point neutre ou d'inversion est précédé d'une courte phase d'*échauffement* et suivi de la phase thermique principale, celle du *refroidissement*.

» II. *Conditions dans lesquelles les principes précédents trouvent le plus sûrement leur application.* — Tous les procédés de mise en œuvre de l'élasticité des corps solides en général, du caoutchouc vulcanisé en particulier,

Fig. 1.



peuvent être utilisés en exploitant indifféremment deux méthodes différentes, qu'il est nécessaire de distinguer l'une de l'autre.

» Ou bien l'élasticité du corps élastique est provoquée par une série de charges, régulièrement croissantes ou décroissantes, ajoutées ou retranchées d'un seul coup, en partant toujours du même état de tension primitive, faible ou nulle, du corps élastique et en y revenant toujours.

» Ou bien on répète l'addition ou la soustraction de l'unité de charge, et l'on accentue ainsi progressivement les changements de forme de la substance élastique, en même temps qu'on détermine la croissance ou la décroissance progressives de la tension de cette substance.

» En supposant invariable le coefficient de l'élasticité du caoutchouc, *les chemins parcourus par la charge croissent avec celle-ci dans le premier cas; dans l'autre, ils sont toujours égaux entre eux*. Il en résulte, pour les travaux intérieurs de ce dernier cas, partant pour les phénomènes thermiques qui en sont l'expression, une simplicité beaucoup plus grande, que traduisent les graphiques de la *fig.* 1.

» On reprendra ailleurs la comparaison des deux parties de cette figure. Pour le moment, il suffit d'en tirer cette indication immédiatement utile, à savoir que la deuxième méthode d'exploitation des procédés de mise en jeu de l'élasticité est beaucoup plus favorable que la première à l'étude actuelle. D'où le choix de cette deuxième méthode pour les premières déterminations à faire.

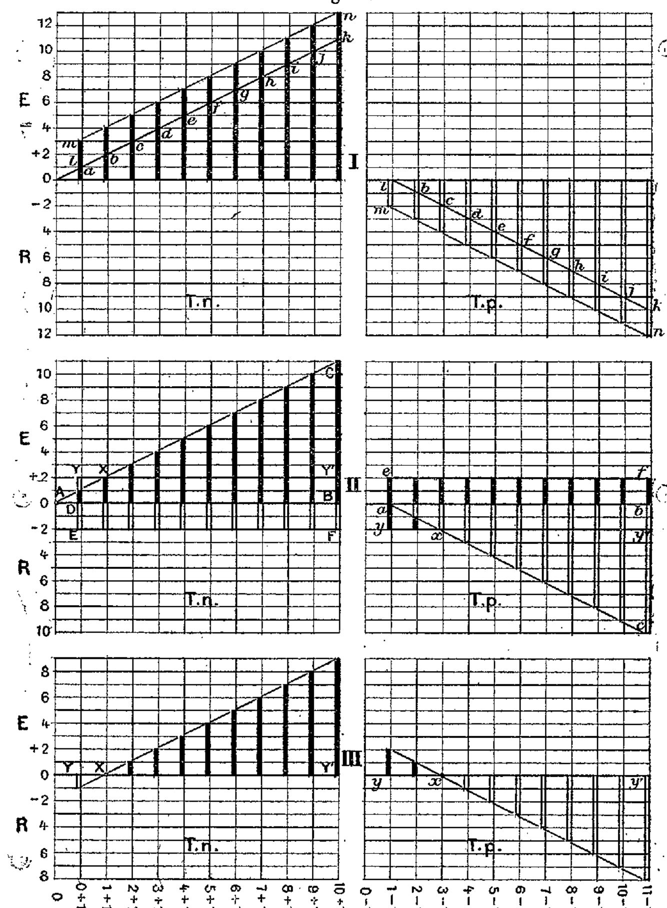
» III. *Examen particulier du cas où l'élasticité du caoutchouc est mise en jeu par un allongement progressif dû à l'addition répétée d'une même charge.* — Complétons, au profit de ce cas spécial, l'analyse des conditions dont dépend la valeur proportionnelle des phénomènes thermiques liés à la mise en jeu de l'élasticité du caoutchouc, tant avec le procédé de la *compression* qu'avec celui de la *traction*.

» *a. Élasticité mise en jeu par compression.* — Supposons le cas d'une compression, graduellement portée, par foulées égales, de la valeur 0 à la valeur 11, grâce à l'addition successive de 11 unités de poids. Puisque c'est le même chemin qui est parcouru par la charge abaissée, le travail accompli est proportionnel à celle-ci. A chaque compression, il y a donc travail négatif graduellement croissant de 1 à 11. Nous pouvons représenter (*fig.* 2, I, Tn), ce travail ou l'échauffement qui en résulte par les 11 ordonnées, *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, *h*, *i*, *j*, *k*, élevées sur l'axe O des abscisses, dont les divisions marquent les valeurs successivement prises par la charge en mouvement.

» Mais on a vu que l'échauffement ne résulte pas seulement de la destruction de ce travail négatif. Une autre cause y concourt, le rapprochement des molécules de caoutchouc, accompagnant leur déplacement. D'après les données acquises sur la marche de la diminution imprimée au volume des corps élastiques comprimés, on peut attribuer une valeur à peu près constante à l'échauffement produit à chaque foulée égale du caout-

chouc par le fait du resserrement des espaces intermoléculaires. C'est donc la même quantité de chaleur qui, de ce fait, s'ajoute à celle qu'engendre la destruction du travail extérieur. Cette addition peut être représentée dans le schéma (I, Tn). Il suffit d'allonger d'une même quantité les ordonnées déjà tracées. Ce surcroît uniforme d'échauffement a été fait égal au double de l'échauffement dû à l'unité de travail mécanique. C'est une détermination un peu arbitraire. Mais les indications empiriques tirées du cas de l'élasticité mise en jeu par traction, dont il sera question plus loin, montrent que cette détermination n'est certainement pas très éloignée de la vérité.

Fig. 2.



Explication des figures. — Dans ces figures, les graphiques Tn indiquent le *travail négatif,* cause du changement de forme du corps élastique; les graphiques Tp, le *travail positif,* effectué par le retour de ce corps élastique à sa forme première.

La valeur de ces changements de forme se mesure sur l'échelle des abscisses ; la valeur des changements de température concomittante, sur l'échelle des ordonnées.

Les ordonnées en noir, élevées sur l'axe O, représentent les échauffements. Les ordonnées en clair, abaissées de ce même axe O, représentent les refroidissements.

FIGURE 1. — *Comparaison des deux modes d'utilisation des procédés de mise en jeu de l'élasticité de traction du caoutchouc, au point de vue des phénomènes thermiques produits par l'allongement et la rétraction.*

A, A', première méthode (charge simple);
B, B', deuxième méthode (charge fractionnée);
A, B, phénomènes thermiques provoqués par l'addition de la charge;
A', B', phénomènes thermiques provoqués par la soustraction de la charge.

FIGURE 2. — *Schémas représentant les prévisions d'échauffement et de refroidissement; en fonction du double travail intérieur contemporain du travail extérieur, cause ou effet des changements de forme imprimés aux corps élastiques.*

On a, dans ces schémas, supposé les changements de forme exactement proportionnels aux changements de charge et ceux-ci graduellement croissants ou décroissants.

I. *Cas de la compression et de la décompression.* — Addition des deux travaux intérieurs et de leurs effets thermiques concordants.

II. *Cas de l'allongement et de la rétraction.* — Travaux intérieurs avec effets thermiques contraires. Mécanisme de la production de la neutralité et de l'inversion thermiques.

III. *Cas de l'allongement et de la rétraction.* — Représentation isolée de la *somme algébrique* des effets thermiques opposés produits par les deux travaux intérieurs.

FIGURE 3. — *Vérification expérimentale des prévisions théoriques représentées fig.* 2.

I. Cas de l'allongement et de la rétraction.

II. Cas de la compression et de la décompression.

» Ce surcroît d'échauffement a été figuré dans la zone *klmn*. Il modifie nécessairement la valeur proportionnelle de la chaleur rendue sensible par les foulées successives du caoutchouc. Celles du début deviennent relativement plus thermogènes que celles de la fin. L'échauffement dû à la destruction du travail négatif croît, en effet, comme les nombres 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, tandis que l'échauffement total répond aux nombres 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13.

» C'est cette dernière progression, ou quelque chose d'approchant, que doivent donner les vérifications expérimentales : nouvelle occasion de contrôle de l'exactitude du mécanisme attribué aux phénomènes thermiques résultant de la mise en jeu de l'élasticité du caoutchouc.

» Passons maintenant aux phénomènes dus à la *décompression*. Ils sont inverses aux précédents. Les ordonnées abaissées de l'abscisse O représentent indifféremment ou le travail positif exécuté par le corps élastique après l'allègement de la charge, ou le refroidissement connexe. Elles diffèrent des ordonnées correspondantes du travail négatif en ce qu'elles sont plus courtes, la charge mue dans celui-ci l'emportant toujours d'une

unité sur celle qui est soulevée dans le travail positif correspondant. Mais il n'y a pas lieu d'attribuer au surcroît de refroidissement provenant de la dilatation du caoutchouc une valeur différente de celle de l'échauffement de la compression, l'écartement des molécules ne pouvant être supérieur ou inférieur au rapprochement qui l'a précédé. La progression des refroidissements, comparée à celle des échauffements, devient ainsi : 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, pour la part du travail positif; 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, pour la somme des deux actions qui interviennent dans la production du refroidissement.

» Ici encore, il y a lieu de faire remarquer que, si cette dernière progression se reproduit dans les vérifications expérimentales, ce sera tout à la faveur du mécanisme proposé pour les effets thermiques provoqués par la mise en jeu de l'élasticité du caoutchouc.

» *b. Élasticité mise en jeu par traction.* — Supposons le cas d'une lanière de caoutchouc, dont l'allongement soit porté de 0 à 11, par tractions graduelles dues à l'addition successive de 11 unités de charge. Le travail négatif et l'échauffement qui en résulte pourront être représentés (*fig.* 2, I, Tn) exactement comme dans le cas de l'élasticité mise en jeu par compression. L'ensemble des ordonnées comprises dans le triangle ABC figurera la chaleur libérée par le travail mécanique détruit.

» D'autre part, les refroidissements corrélatifs aux dilatations connexes seront représentés par les ordonnées uniformes du parallélogramme DBEF. Rabattons ce parallélogramme, dont le grand côté DB se confond avec celui du rectangle ABC, et alors nous obtiendrons l'expression vraie des phénomènes thermiques provoqués par l'élongation du caoutchouc : en X, neutralité thermique, point d'inversion, intermédiaire entre la phase de refroidissement YX et la phase d'échauffement XY'.

» Dans l'autre partie de la *fig.* 2 (II, Tp), on a représenté le schéma du refroidissement inhérent au travail positif provoqué par l'allégement progressif de la charge : ce sont les ordonnées du triangle *abc*. Celles du parallélogramme *abef* figurent les échauffements déterminés par le retrait connexe des espaces intermoléculaires. La résultante donne sur l'abscisse yy' la neutralité et l'inversion thermiques au point x, avec l'échauffement en deçà, de y à x, et le refroidissement au delà, de x à y'.

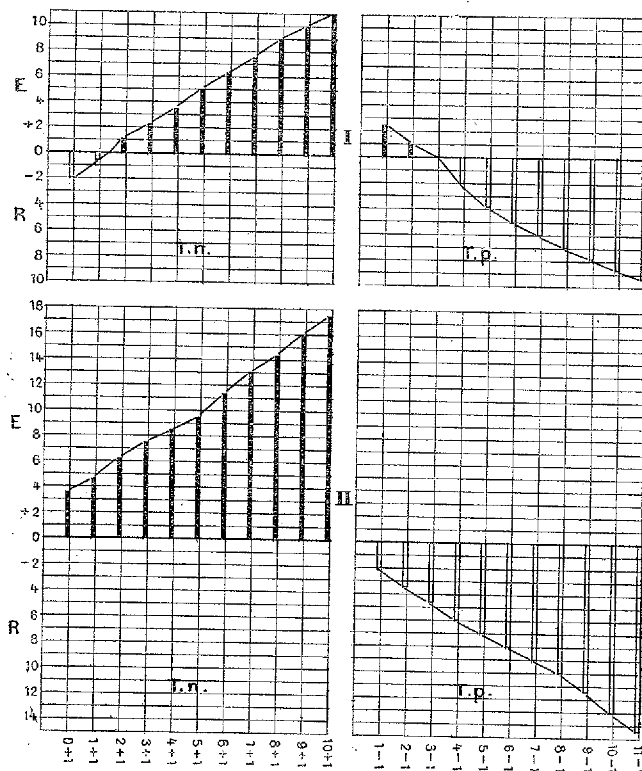
» En supprimant, sur les deux parties du graphique II, les régions dans lesquelles s'annulent les effets thermiques opposés, on obtient les graphiques III montrant dans leur isolement, donc avec la plus grande netteté, les effets thermiques de l'*allongement* et de la *rétraction* du caoutchouc, par

addition ou soustraction répétées d'une même charge, tels que la théorie permet de prévoir ces effets.

» IV. *Vérifications expérimentales :*

» *a. Expériences sur les effets thermiques résultant de la mise en jeu de l'élasticité par traction.* — Je me borne à indiquer celle dont les résultats moyens sont consignés dans les graphiques de la *fig.* 3, I. Je choisis cette expérience, non parce

Fig. 3.



qu'elle est meilleure que les autres, mais tout simplement parce que les conditions favorables du magnétisme terrestre avaient permis de donner au galvanomètre une grande sensibilité.

» Point n'est besoin de légende explicative pour ces représentations graphiques. Leur ressemblance avec les schémas théoriques est poussée si loin qu'on ne saurait douter un seul instant que les effets thermiques de l'allongement et de la rétraction des lanières de caoutchouc ne s'effectuent par le mécanisme indiqué. On trouverait même un renforcement de preuve dans les défectuosités apparentes des résultats obtenus. Les effets thermiques constatés ne croissent pas, en effet, aussi vite que les changements de longueur, et c'est parfaitement conforme avec ce que nous savons du rapport des changements de longueur aux changements de charge.

» *b. Expériences sur les effets thermiques résultant de la mise en jeu de l'élasticité par compression.* — Les graphiques II de la *fig.* 3 représentent les résultats moyens d'une de ces expériences. Ils sont des plus nets et tout à fait conformes aux prévisions théoriques. Remarquons, en particulier, qu'à aucun moment il n'y a neutralité ou inversion thermiques. Le *travail négatif* qui détermine la compression *échauffe toujours* le caoutchouc, et le *travail positif* qui accompagne la décompression le *refroidit toujours,* quelle que soit la valeur de ces travaux et des changements moléculaires imprimés au corps élastique. *Jamais,* si les manœuvres qui opèrent la compression ou la décompression sont bien faites, on ne constate la moindre tendance à l'échauffement avec celle-ci, au refroidissement avec celle-là. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur l'infection typhique expérimentale chez le chien.* Note de MM. **R. Lépine** et **B. Lyonnet**.

« Dans une Note antérieure (*Comptes rendus,* 29 novembre 1897) nous avons établi que l'ingestion, chez le chien, de 300^{cc} à 350^{cc} de culture virulente de bacille d'Eberth n'est, en général, suivie d'aucun trouble appréciable, tandis que l'injection de quelques centimètres cubes de la même culture dans une anse de Thiry a pour résultats des lésions de la muqueuse de cette anse, de la fièvre, et l'apparition du pouvoir agglutinant du sérum. A ces faits nous pouvons aujourd'hui ajouter les suivants :

» I. L'injection, chez un chien de taille moyenne, de 2^{cc} ou 3^{cc} de culture virulente de bacille d'Eberth, soit dans l'épaisseur des parois de l'intestin (c'est-à-dire dans les voies lymphatiques), soit dans le bout central d'une veine mésaraïque ou d'une veine de la circulation générale, produit, dans les heures consécutives : 1° certaines modifications de la température centrale et du nombre des globules blancs du sang, phénomènes tous deux en rapport avec la dose de toxine contenue dans la culture injectée, et que nous avons longuement étudiés dans un travail antérieur (*Revue de Médecine,* novembre 1898); 2° l'élimination d'un certain nombre de bacilles par diverses voies d'excrétion, notamment par l'urine ([1]) et par la bile; 3° la localisation dans les organes des bacilles restants dans l'économie. En effet, au bout de peu d'heures, on n'en trouve plus dans le sang du cœur et des gros vaisseaux, et il n'en existe plus dans l'urine, recueillie dans l'uretère.

» II. Dès le lendemain ou le surlendemain, on peut constater que les

([1]) M. Bouchard a, comme on sait, signalé il y a longtemps, l'existence de bacilles d'Eberth dans l'urine des typhiques. Nous avons pu déceler leur présence *dans l'uretère,* chez nos animaux, *un quart d'heure* après l'injection intra-veineuse.

bacilles ont fait élection de siège dans certains organes, notamment dans la rate et dans le foie, où ils existent *toujours*, tandis qu'on les rencontre beaucoup moins constamment dans les autres organes.

» III. Plus tard, après quelques jours, le sérum acquiert le pouvoir agglutinant; puis, pendant plusieurs semaines, on peut trouver des bacilles d'Eberth dans la rate et le foie, très exceptionnellement dans d'autres organes, en même temps que la santé de l'animal demeure parfaite. En effet, il mange bien et ne présente ni diarrhée ni fièvre. Les bacilles localisés dans la rate et le foie ne sécrètent donc pas une quantité de toxine suffisante pour altérer la santé générale, et cependant ils ont conservé leur vitalité; car si l'on ensemence dans un tube de bouillon une parcelle de ces organes, le bouillon se trouble en peu d'heures, et, à l'examen microscopique, on reconnaît une culture pure de bacille typhique. Nous cherchons actuellement à déterminer le degré exact de virulence que ces bacilles, localisés dans le foie et dans la rate, ont pu conserver au bout de plusieurs semaines. Dès à présent, nous pouvons dire que, dans les premiers jours, la virulence des bacilles localisés dans le foie est moindre que celle des bacilles existant dans la rate.

» IV. Par l'injection de quelques centimètres cubes de culture virulente de bacille d'Eberth dans la trachée, on peut amener le développement dans le poumon de noyaux de broncho-pneumonie renfermant le bacille d'Eberth. On a ainsi la lésion du vrai pneumo-typhus. On observe de plus la dissémination du bacille d'Eberth dans les différents organes et leur localisation spéciale dans la rate et le foie.

» Les expériences sur lesquelles sont fondées les conclusions précédentes ont été faites sur plus de quarante chiens. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions chargées de juger les concours de 1899.

Le dépouillement des scrutins donne les résultats suivants :

Prix Montyon (*Physiologie expérimentale*). — MM. Marey, d'Arsonval, Bouchard, Chauveau, Ranvier.

Prix Philipeaux (*Physiologie expérimentale*). — MM. d'Arsonval, Marey, Bouchard, Chauveau, Ranvier.

Prix La Caze (*Physiologie*). — MM. Marey, d'Arsonval, Chauveau, Bouchard, Duclaux, Ranvier, Potain, Milne-Edwards.

Prix Montyon (*Arts insalubres*). — MM. Brouardel, Armand Gautier, Moissan, Schlœsing, Troost.

Prix Trémont. — MM. Joseph Bertrand, Berthelot, Cornu, Maurice Lévy, Sarrau.

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Contribution à l'étude des chlorophylles animales. Chlorophylle du foie des Invertébrés.* Note de MM. **A. Dastre** et **N. Floresco.**

« On trouve habituellement dans le foie d'un grand nombre de mollusques, appartenant à tous les groupes (poulpe commun, huître, moule, pecten, escargot), un pigment qui a les apparences d'une chlorophylle végétale, et que nous avons appelé *hépatochlorophylle* ou *hépatoxanthophylle*. Ce même pigment chlorophylloïde aurait été constaté dans les glandes digestives des crustacés (Mac Munn).

» Il faut noter immédiatement que cette matière n'est pas le seul colorant du foie. Nous avons montré qu'elle est mélangée à deux autres substances, à deux autres pigments universels : le choléchrome et un pigment ferrugineux (ferrine ou hémochromogène). Si l'on fait l'extraction au moyen du chloroforme, en traitant le foie séché et pulvérisé par le dissolvant, on n'a plus affaire qu'à l'hépatochlorophylle et au choléchrome. La coloration varie, suivant la concentration, du jaune vert clair à l'orangé. La part de chacun des pigments, choléchrome et chlorophylloïde, est difficile à faire. L'examen spectroscopique seul les sépare : le choléchrome n'offre pas de bandes d'absorption; l'hépatochlorophylle présente, au contraire, des bandes très nettes. Le spectre d'absorption de cette dernière substance n'est donc pas modifié par l'existence de la première; on n'a pas besoin de chercher à l'isoler du choléchrome pour fixer ses caractères spectroscopiques; on peut opérer sur l'extrait chloroformique simplement.

» Ces caractères spectroscopiques sont tout à fait remarquables. C'est, pour un degré convenable de concentration, un spectre à quatre bandes : I. 670-646λ dans le rouge; II. 611 à 596 dans l'orangé; III. 548 à 530 au commencement du vert; IV. 524-507λ dans la partie vert bleu. L'ordre de clarté est : I, III, IV, II. L'ordre de constance n'est pas tout à fait le même; c'est I, III, II, IV; en d'autres termes, la bande IV est un peu

aberrante; elle manque quelquefois, alors que II existe. Mac Munn l'a rattachée à l'hémochromogène parce qu'il opérait en liqueur alcoolique; mais l'hémochromogène est insoluble dans le chloroforme et d'ailleurs la bande s'observe chez des animaux dont le foie (solution aqueuse) ne contient pas cette substance. On pourrait admettre qu'elle révèle l'existence d'un nouveau pigment mélangé à l'hépatochlorophylle; nous avons des raisons de croire qu'elle appartient à celui-ci ou plutôt à une modification assez générale qu'il éprouve dans le foie et qui se produit d'ailleurs en dehors de cet organe.

» A cette réserve près, on remarquera que les bandes d'absorption du pigment se confondent avec celles de la chlorophylle végétale, spécialement avec les bandes I, II, IV de la xanthophylle de Tschrich. La bande I de la xanthophylle hépathique 670-646λ se superpose à 670-635 de la xanthophylle végétale; II, 64-596 à 610-590; III, 548-530 couvre exactement la bande IV, végétale, 548-530. Mais c'est surtout l'existence, avec ses caractères si particuliers de la première bande fondamentale de Brewster, plus encore que cette exacte correspondance qui doit entraîner la conviction que la chlorophylle du foie est identique à une chlorophylle végétale : elle en diffère moins que celles-ci ne diffèrent entre elles.

» Le pigment hépatique étant une véritable chlorophylle, le problème qui se pose est celui de son origine. Il y a deux alternatives. La xanthophylle hépathique est une chlorophylle animale; elle est fabriquée par l'organisme avec ses propres ressources, ou bien, la chlorophylle hépatique est une substance extérieure à l'organisme, venue du dehors, d'importation étrangère, alimentaire, d'origine végétale, qui s'est simplement fixée dans le foie par suite de conditions favorables particulières.

» Dans un Travail particulier [1], nous avons montré que les deux alternatives sont également vraisemblables d'avance et même qu'elles s'accordent également bien avec un certain nombre d'expériences préliminaires. En faveur de l'origine animale, on peut invoquer : 1° le fait établi, par les études récentes sur l'étiolement, que ce n'est point la chlorophylle qui est caractéristique de la synthèse chlorophyllienne et, par conséquent, de la vie des végétaux verts, mais le petit organe intra-cellulaire nommé *chloroleucite;* 2° le fait qu'il y a chez les animaux des pigments, les pig-

---

[1] A. Dastre et N. Floresco. — *Recherches sur les matières colorantes du foie et de la bile et sur le fer hépatique.* Paris, G. Steinheil; 1899. — *Journal de Physiologie et de Pathologie générale*, t. I, p. 111; 15 janvier 1899.

ments biliaires que Berzélius (1832), Stokes (1863), et surtout A. Gautier (1873) ont montré être très analogues à la chlorophylle; 3° le fait, enfin, que la chlorophylle hépatique peut se constater chez l'escargot après la période hivernale, c'est-à-dire après un jeûne de cinq mois. En faveur de l'origine végétale, on peut invoquer : 1° la possibilité de pénétration dans le foie de la chlorophylle alimentaire, possibilité qui tient à ce que les canaux hépatiques des mollusques sont des diverticules du tube digestif très accessibles, par voie de reflux, au contenu de ce tube; 2° au fait bien connu de la conservation prolongée de la chlorophylle (au moins de ses caractères spectroscopiques), dans les circonstances les plus diverses (feuilles gelées et abandonnées pendant dix ans, macérations, infusions, terreau, résidu intestinal après plusieurs jours d'abstinence).

» Pour décider entre ces deux alternatives possibles, nous avons expérimenté sur l'escargot qui offre des facilités particulières. Dans toutes les circonstances naturelles (vie active, vie hibernante), dans toutes les variétés que nous avons examinées, nous avons trouvé chez cet animal le foie chargé de chlorophylle. Nous avons nourri des escargots au sortir de la période d'hibernation, et pendant tout un semestre, avec des aliments dépourvus de chlorophylles (navets exactement nettoyés et débarrassés de toute matière colorante, — papier à filtre imprégné de substances alimentaires incolores). Au bout de ce temps, c'est-à-dire après un an de privation d'aliments chlorophyllés, le foie de ces animaux, d'ailleurs en bonne santé apparente, n'a plus donné de chlorophylle, mais seulement du choléchrome. En rétablissant le régime chlorophyllé, le foie s'est bientôt rechargé de chlorophylle.

» Cette expérience décisive montre que la chlorophylle hépatique est d'origine alimentaire : c'est une chlorophylle végétale qui est absorbée et fixée d'une manière remarquable et persistante par la cellule hépatique. Cette conclusion est corroborée par les observations qui nous ont donné l'idée d'entreprendre cette expérience : c'est à savoir le caractère accidentel, quoique très répandu, du pigment chlorophyllien hépatique. En effet, l'extrait chloroformique du foie d'anodonte et des foies de crustacés signalés par Mac Munn comme riches en pigment chlorophyllien, s'est montré à nous comme tout à fait dépourvu de cette substance : le foie d'*arion rufus* nous a présenté le même cas. »

CORRESPONDANCE.

Le **Comité du Centenaire de Spallanzani** informe l'Académie qu'il se propose de publier, à l'occasion de ce Centenaire (30 avril 1899), un Volume contenant les hommages des diverses Académies à la mémoire de l'illustre physiologiste.

(Renvoi à la Section d'Anatomie et Zoologie.)

ASTRONOMIE. — *Sur une ancienne pluie d'étoiles filantes*. Note de **M. D. Eginitis**, présentée par M. Lœwy.

« Les observations de pluies d'étoiles filantes, faites dans différentes époques éloignées, peuvent jeter une vive lumière sur beaucoup de points obscurs de la théorie générale des essaims météoriques. Il est donc très important pour l'Astronomie de recueillir et d'étudier toutes les descriptions des anciennes chutes d'averses de météores.

» Nous allons exposer ici et soumettre à un examen critique une pluie d'étoiles filantes, dont nous avons rencontré la mention chez Nicéphore, patriarche de Constantinople. Cet écrivain, faisant l'histoire du règne de l'empereur Constantin Copronyme, cite la chute d'une très riche averse météorique dans les termes suivants : « Toutes les étoiles paraissaient se » détacher du ciel et tomber sur la Terre.... [1] ».

» Si nous connaissions la date exacte de la chute de cette abondante pluie météorique qui, suivant l'écrivain, *a commencé le soir, vers la fin du crépuscule, et a duré toute la nuit*, nous pourrions en conclure avec certitude si elle appartient ou non à quelqu'un des essais connus. Mais malheureusement notre historien ne nous donne explicitement ni le jour, ni le mois, ni l'année même, où le phénomène eut lieu. Nous sommes donc obligés de recourir aux recherches historiques pour déterminer, avec une certaine probabilité, l'époque de cette manifestation.

» Et d'abord il est certain que cette pluie ne peut appartenir à aucun, excepté celui des Andromèides, des principaux essaims connus aujourd'hui; ni les Lyrides, ni les Perséides, ni les Orionides (d'octobre), ni les Léonides ne peuvent apparaître le soir, *à la nuit tombante*. Parmi les essaims, le seul qui puisse apparaître dès le commencement de la nuit,

---

[1] J.-P. Migne, *Patrologiæ cursus completus*, t. C, p. 974; 1860.

et, par conséquent, le seul qui ne doit pas, *a priori*, être exempté, c'est celui des Andromèides. Mais cette propriété seule ne donne pas, évidemment, lieu à croire que nous avons réellement affaire à une apparition de cet essaim. Nous allons donc examiner si, outre cette *possibilité*, il y a d'autres raisons aussi permettant de considérer comme probable que ladite averse appartient réellement aux Biélides.

» Suivant Nicéphore, cette pluie a eu lieu *un peu après la prise de la ville de Mélitène par l'empereur Constantin Copronyme*. Mais à cette époque, les campagnes ne se faisaient que pendant la belle saison; durant l'hiver on se reposait. D'ailleurs, d'après Nicéphore même, l'empereur avait marché contre les Sarrasins *immédiatement après* le couronnement de son fils Léon, lequel a eu lieu, suivant Théophane, le jour de Pentecôte, soit au mois de juin. On peut donc fixer comme époque du phénomène l'*automne*.

» Mais dans l'automne de quelle année l'averse en question fut-elle observée? D'après plusieurs historiens, l'année la plus probable de ces faits serait 752. En effet, Kédrinos écrit que l'empereur Constantin prit Mélitène la onzième année de son règne; mais celui-ci était monté sur le trône en 741; par conséquent, la ville de Mélitène fut prise en 752. La date de cette conquête a été aussi confirmée par Finlay. D'un autre côté, la mort du patriarche Anastase, laquelle, suivant Nicéphore, survint *quelque temps après la chute des étoiles filantes*, est arrivée, suivant Théophane, dans l'année 753. En outre, Kédrinos écrit que le patriarche Anastase est mort pendant la douzième année du règne de Constantin, soit en 753. De même Finlay accepte, comme année de la mort de ce patriarche, 753. Donc, de toutes ces données, il résulte que ce phénomène fut observé dans l'automne de 752.

» Outre la saison et l'heure du commencement de l'apparition du phénomène, l'année aussi est bien favorable à la supposition qu'il s'agit d'une pluie des Andromèides. En effet, si l'on tient compte que des averses des Biélides se sont montrées en 1852, 1872 et 1892, que l'intervalle de 20 ans, qui sépare ces apparitions, correspond exactement à trois périodes de la comète de Biéla et que l'espace de 752 à 1852 correspond exactement à 42 de ces périodes de 20 ans, on peut admettre comme plus que probable que nous avons affaire à une ancienne apparition, très riche, des Biélides. De plus, Théophane cite que sept ans avant la prise de Mélitène on a observé une grande comète. Kédrinos aussi écrit que pendant la quatrième année du règne de l'empereur Constantin, soit en 745, on a observé une comète. Mais la période de la comète de Biéla est égale, comme on sait, à 6,69 ans; il est, par conséquent, probable qu'il s'agit de deux apparitions succes-

sives, sous formes différentes, de la comète de Biéla. Si la conclusion précédente est juste, comme nous le croyons, il en résulte que le phénomène des Andromédides, dont on n'avait pas trouvé jusqu'ici des apparitions remontant à une époque antérieure à 1741, s'était déjà manifesté beaucoup avant. De même la fameuse comète de Biéla, dont la plus ancienne apparition connue ne remonte pas au delà de 1772, aurait été observée il y a plus d'un millier d'années; cependant, quant à cette dernière hypothèse, le calcul des perturbations déciderait définitivement si elle peut être exacte.

» Mais si, pour lesdites raisons, nous pensons que l'averse de 752 appartiendrait aux Biélides, nous n'en présumons pas aussi que, par suite de l'identité remarquable de la période des essaims, observés en 752, 1872 et 1892, ces essaims soient absolument identiques; au contraire, il y a plusieurs raisons qui semblent prouver que ces manifestations ne proviennent pas du même groupe de corpuscules.

» En effet, l'essaim de 752 devrait passer, depuis cette année, un grand nombre de fois au voisinage de Jupiter; il aurait ainsi subi des perturbations très sensibles, qui auraient modifié notablement son nœud et la durée de sa révolution et, par conséquent, changé de beaucoup, durant ce long intervalle de temps, la date de son apparition. On sait que déjà, dans l'espace de 20 ans seulement, de 1872 à 1892, il y a eu une avance de 4 jours, produite par l'action de Jupiter. D'ailleurs il est inadmissible que le même fragment de la comète de Biéla continue, pendant tant de siècles, à produire de grandes averses; dans ce cas il aurait été, depuis longtemps déjà, épuisé. En outre on doit accepter, avec M. Schulhof, que les fortes perturbations que l'essaim a subies de la Terre et de Jupiter, devraient le disséminer rapidement. Donc, les Biélides observées pendant les deux derniers siècles proviendraient d'autres fragments de la comète de Biéla, détachés d'elle, très probablement, beaucoup après la manifestation de 752.

» La comète de Biéla continuerait donc, depuis plus d'un millier d'années, à se décomposer d'une manière lente et, très probablement, suivant les idées émises par M. Schiaparelli, sur l'origine des courants météoriques. M. Schulhof, dans sa belle étude *sur les étoiles filantes* (*loc. cit.*, p. 418), après avoir soumis à un examen profond les faits présentés par les Biélides et la comète de Biéla, arrive à la conclusion suivante : « L'hypothèse de M. Brédikhine serait en défaut pour les Biélides, *si l'on constatait dans l'avenir de nouveaux grands essaims issus de la comète de Biéla*. Il serait, en effet, inadmissible d'attribuer de fortes émissions de matière aux divers fragments de la comète. Il nous semble que l'hypothèse de la désagréga-

tion lente de la comète suffit, malgré quelques difficultés de détail, pour expliquer les faits rapportés, *surtout si l'on recourt à la supposition légitime que la decomposition de la comète se poursuit déjà depuis des siècles.* » Cette supposition peut être, je crois, considérée comme bien fondée; de même, si l'on n'a pas encore aujourd'hui de nouveaux grands essaims, constatés après les derniers, on peut recourir aux anciens, pour soutenir les conclusions précédentes. On en est, par conséquent, conduit à accepter, avec M. Schulhof, que l'ingénieuse hypothèse de M. Brédikhine, qui est un *complément indispensable* de la théorie de M. Schiaparelli, ne peut pas s'appliquer aux Biélides, et que la théorie de M. Schiaparelli s'adapte bien à cet essaim. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Mesures comparatives d'intensité chimique pendant l'éclipse de Lune du 27 décembre 1898.* Note de M. **Th. Moreux**, présentée par M. A. Cornu.

« L'éclipse du 27 décembre dernier s'est passée, au centre de la France, dans des conditions très favorables à l'observation. J'ai pu prendre, à cette occasion, quelques photographies à la lunette de 108^{mm}, et réaliser quelques expériences photométriques qui n'ont pas, que je sache, été tentées jusqu'à ce jour.

» *Dispositions expérimentales.* — Le photomètre optique était fondé sur une méthode nouvelle, rappelant le photomètre Wheatstone, mais susceptible d'une plus grande précision. Je recevais la lumière de la Lune et celle d'une lampe assez faible sur un miroir périscopique d'un diamètre très petit. J'obtenais ainsi deux points lumineux, dont l'un pouvait varier d'intensité avec l'éloignement de la lampe. En faisant mouvoir cette dernière dans une direction voisine des rayons lunaires, les deux points se rapprochaient l'un de l'autre à une distance convenable. Les lumières étant de couleurs différentes, l'éclairage de la lampe fut tamisé par un verre bleu et les deux points lumineux furent examinés à l'aide d'une lunette située à plusieurs mètres de distance. Le défaut de mise au point produisait, dans ces conditions (comme pour une étoile), des anneaux de diffraction offrant l'aspect de deux plages lumineuses circulaires dont on pouvait très facilement apprécier l'égalité d'éclat.

» J'ai ainsi pu obtenir la loi de variation de l'intensité lumineuse en fonction du temps.

» En même temps une plaque photographique qu'on découvrait par bandes tous les quarts d'heure était impressionnée pendant sept minutes à la lumière de la Lune, durée déterminée par l'expérience des nuits précédentes.

» J'obtins au développement des différences de teintes assez marquées pour être facilement classées par les procédés photométriques ordinaires. Ces nouveaux nombres m'ont servi à construire la courbe des intensités chimiques. Voici les résultats des deux séries d'observations.

Intensités lumineuses réelles. — Mesures photométriques.

Heures = x.	Nombre de cent. au photom. = d.	d^2.	$\frac{1}{d^2}$.	Valeurs de y.
h m				
9.35	48	2304	0,0004340	217,0
9.50	49	2401	0,0004164	208,2
10. 0	52	2704	0,0003698	184,9
10.12	93	8649	0,0001156	57,8
10.22	145	21025	0,0000475	23,2
10.32	198	39204	0,0000255	12,7
10.42	261	68121	0,0000146	7,3

Intensités chimiques.

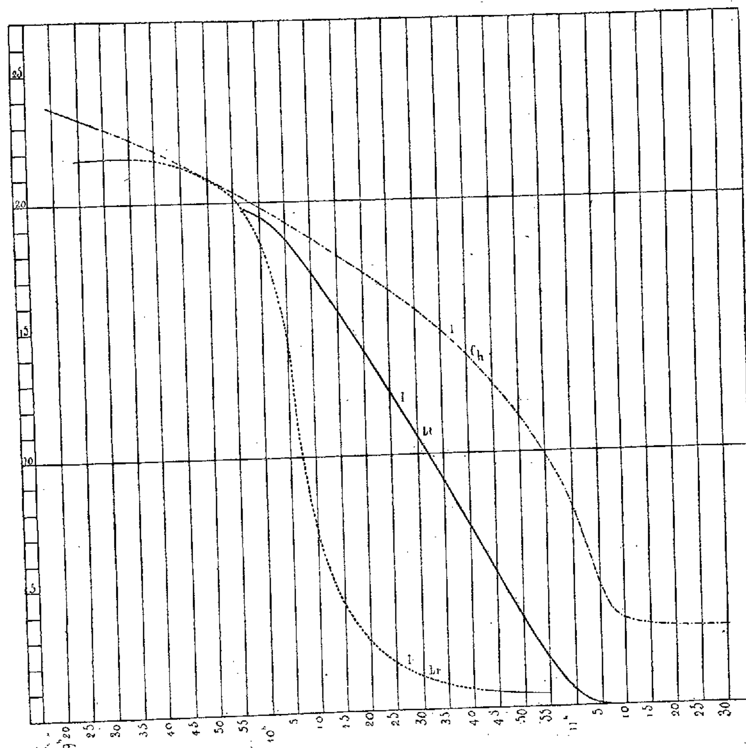
Heures = x.	Intensité de la couche sensibilisée.	Valeurs de y.	Observations.
h m			
9.30.........	47089	228,42	Chaque fois la plaque sensible a été exposée pendant sept minutes.
9.45.........	44100	213,84	
10. 0.........	40401	196,34	
10.15.........	36884	177,84	
10.30.........	32400	157,46	
10.45.........	26244	127,33	
11. 0.........	16384	79,70	
11.12.........	7230	34,99	

Intensités lumineuses théoriques.

Heures = x.	Surfaces éclairées.	Valeurs de y.	Observations.
h m			
9.57.......	La surface du disque étant 1	196,26	Entrée dans l'ombre.
10. 2.......	0,97552	191,26	
10. 7.......	0,91589	179,57	
10.12.......	0,84889	166,43	
10.17.......	0,77184	151,32	
10.22.......	0,69278	135,82	
10.27.......	0,60300	118,22	
10.32.......	0,51590	101,14	
10.37.......	0,43349	84,99	
10.42.......	0,87257	64,49	
10.47.......	0,23785	46,63	
10.52.......	0,14941	29,29	
10.57.......	0,08375	16,42	
11. 2.......	0,01608	3,15	
11. 7.......	0,00000	0,00	Commencement de l'éclipse totale.

» Après les Tableaux des intensités lumineuse et chimique, j'ai calculé celui qui donne l'intensité lumineuse théorique, depuis l'entrée dans l'ombre jusqu'à la totalité de l'éclipse, c'est-à-dire de $9^h 57^m$ à $10^h 7^m$.

» *Comparaison des résultats.* — On voit immédiatement qu'aucune de ces trois courbes ne coïncide. Ce résultat, qui n'a rien d'extraordinaire pour la courbe d'intensité chimique, est assez étonnant pour la courbe d'intensité lumineuse réelle. La seule raison qu'on puisse donner de leur divergence, c'est que l'ombre de la Terre, en couvrant la Lune, *traversait des régions d'inégal éclairement*.



» Quant à la courbe de l'intensité chimique qui n'affecte pas cette même forme, son allure montre nettement que, malgré sa teinte rougeâtre, la partie éclipsée contient encore des rayons agissant sur la plaque photographique.

» Enfin, l'allure de la courbe de l'intensité lumineuse réelle montre que la lumière a commencé à décroître peu avant l'entrée du disque lunaire dans l'ombre, tandis que celle de l'intensité chimique était en décroissance

depuis longtemps, sans doute depuis l'entrée dans la pénombre. La diminution d'éclat occasionnée par l'entrée dans la pénombre est si faible que nos yeux ne peuvent l'apercevoir; au contraire, la plaque photographique exposée pendant un certain temps totalise la somme des impressions reçues à chaque instant. Ainsi dans la dernière éclipse l'entrée dans la pénombre n'a été sensible à l'œil qu'à $9^h 30^m$ (au lieu de $8^h 42^m$), tandis que les mesures d'intensité chimique et les photographies directes montrent que la pénombre avait une réelle action sur la plaque.

» Il résulte des mesures précises prises à la lunette que la pénombre visible n'avait pas une largeur de plus de 22° (comptés sur le globe lunaire) alors que, d'après les calculs astronomiques, la pénombre s'étendait en réalité, dans la dernière éclipse, sur une largeur plus grande que le disque lunaire tout entier.

» Le ciel, qui s'est brusquement couvert à $11^h 35^m$, ne m'a pas permis de prendre des mesures pour juger de la symétrie des courbes pendant la seconde phase de l'éclipse. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les séries de puissances toujours divergentes.* Note de M. S. **Pincherle**, présentée par M. Picard.

« Tandis que l'Analyse classique rejetait, comme ne présentant aucun sens, les séries de puissances entières et positives d'une variable x dont le cercle de convergence est réduit au point $x = 0$, les géomètres modernes se sont efforcés de donner, à des points de vue divers, droit de cité dans l'Analyse aux séries divergentes. Il suffit de rappeler la théorie des séries asymptotiques de M. Poincaré ou le concept de séries sommables de M. Borel, pour se convaincre que ces efforts ont été déjà couronnés de succès.

» Un moyen pour étudier les séries de puissances toujours divergentes pourrait consister à en faire la projection, pour ainsi dire, au moyen d'une opération distributive (¹). C'est ainsi qu'une opération E, définie par

(¹) Le mot de *projection* n'est pas employé au hasard. En effet, les opérations distributives fonctionnelles sont les homographies d'un espace dont les fonctions analytiques sont les points. Si l'on considère la constante O comme l'origine de cet espace, les fonctions ax^n, $bx^m + cx^p$, ... sont, pour les diverses valeurs des constantes a, b, c, ..., respectivement une droite, un plan, etc., contenant l'origine. L'opération E de M. Borel laisse cette droite, ce plan, etc. invariables, comme le ferait une projection ayant pour centre l'origine.

$E(x^n) = \frac{x^n}{n!}$, et que M. Borel a employée récemment avec succès dans ses belles recherches sur les séries de Taylor, projette la série $\Sigma n! x^n$ en Σx^n. Par ces projections, les propriétés de nature linéaire d'une fonction sont conservées.

» Un autre moyen pourrait être celui que je me propose d'esquisser dans cette Note. Soit $A(\varphi)$ une opération distributive appliquée à une fonction analytique arbitraire $\varphi(x)$; cette opération jouit en outre de la propriété d'être permutable avec la dérivation, que je désigne par le symbole usuel D. On trouve alors sans peine que $A(e^{xz}) = e^{xz} f(z)$, où $f(z)$ est une fonction de z seulement. On trouve facilement qu'en général, si A′ est la *dérivee fonctionnelle* (¹) de A, on a encore

$$A'(e^{xz}) = e^{xz}\frac{df(z)}{dz};$$

si A″ est la dérivée fonctionnelle seconde, on a de même

$$A''(e^{xz}) = e^{xz}\frac{d^2 f(z)}{dz^2},$$

et ainsi de suite. Il suit de là et des propriétés admises pour A, que si cette opération satisfait à une équation symbolique

$$\Sigma_{p,q} a_{p,q} D^p A^{(q)}(\varphi) = 0, \tag{1}$$

la fonction $f(z)$ sera une intégrale de l'équation différentielle linéaire

$$\Sigma_{p,q} a_{p,q} z^p \frac{d^q f(z)}{dz^q} = 0. \tag{2}$$

» Intégrons maintenant cette équation par une série de puissances, et soit

$$f(z) = \Sigma k_n z^n \tag{3}$$

la série que l'on obtient. Puisque la méthode des coefficients indéterminés s'applique aux séries ordonnées suivant les puissances du symbole D (²),

---

(¹) J'entends par *dérivée fonctionnelle* de $A(\varphi)$ l'opération

$$A'(\varphi) = A(x\varphi) - xA(\varphi).$$

Pour ses propriétés, voir mon *Mémoire sur le calcul distributif* (*Math. Ann.*, Bd. XLIX).

(²) Mémoire cité, § 77.

et que le Tableau des calculs est le même, on aura pour l'opération A le développement

$$A(\varphi) = \Sigma k_n D^n \varphi, \tag{4}$$

où les coefficients sont les mêmes que dans la série (3).

» Or, une série de la forme (4) admet toujours un *champ fonctionnel de convergence*. J'entends par là qu'il existe toujours un ensemble de fonctions qui, substituées à $\varphi(x)$ dans cette série, la rendent absolument et uniformément convergente dans un domaine du point $x = 0$. Il suffit, en effet, de déterminer une suite de nombres positifs et décroissants m_n tels que la série $\Sigma |k_n| m_n$ soit convergente; toute fonction

$$\varphi(x) = \Sigma g_n x^n,$$

où l'on a

$$|g_n| < \frac{m_n}{n!},$$

appartient au champ de convergence de la série (4). Ajoutons que toutes les séries de puissances de D, à coefficients constants, représentent des opérations permutables avec la dérivation.

» Revenons maintenant à l'équation (2). La série (3), qui y satisfait formellement, peut être toujours divergente. C'est ce qui arrive, par exemple, si l'équation (2) appartient au type cité par M. Picard à la page 279 du tome III de son *Traité d'Analyse*. Au contraire, comme on l'a vu, la série (4) admet toujours un champ de convergence. On peut donc, sur cette série, exécuter des opérations qui ont un sens et la transformer en d'autres expressions qui représentent la même opération, mais sous une forme dont le champ de validité peut être plus étendu. Par exemple, on peut mettre la série (4) sous forme d'une série de puissances d'une expression différentielle linéaire [1] ou sous forme d'intégrale définie.

» De ce que la série (3) est toujours divergente, on conclut que e^{zx} n'appartient pas au champ de convergence de la série (4); mais cette fonction pourra appartenir au champ de validité d'une des expressions que l'on a déduites de (4). Dans ce cas, $A(e^{zx})$ nous donnera une intégrale de l'équation (2), mais non sous forme de série (3); de même que $\frac{1}{x-1}$ a un sens pour $x = 2$, mais non pas si l'on prend $\frac{1}{x-1}$ sous forme de série de puissances de x.

(1) Mémoire cité, §§ 63, 109.

» Il y aurait naturellement à insister ici sur plusieurs points; mais ce qu'il importe de noter, c'est que les calculs, qui n'ont pas de sens lorsqu'on les exécute sur une série sans cercle de convergence $\Sigma k_n x^n$, se trouvent légitimés dès qu'on les exécute, d'une façon absolument parallèle, sur la série $\Sigma k_n \mathrm{D}_\varphi^n$, pour des fonctions φ appartenant à son champ de convergence lequel, comme on l'a dit, existe toujours. Remarquons encore que si l'on définit une opération par une équation (1), on peut trouver non seulement une branche de cette opération représentée par une série (4) à coefficients constants et, par suite, permutable avec la dérivation, mais on peut aussi intégrer l'équation (1) par une série de la forme $\Sigma \alpha_n(x) \mathrm{D}_\varphi^n$, où les coefficients $\alpha_n(x)$ sont des fonctions de x qu'on détermine au moyen d'une équation récurrente linéaire, de celles que les anciens analystes appelaient *aux différences mêlées*. Il est clair que les nouvelles branches de l'opération A, que l'on obtient ainsi, ne jouissent plus de la propriété d'être permutables avec le symbole D, et ne donnent plus, par conséquent, des intégrales de l'équation (1). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales algébriques de l'équation de Riccati.* Note de M. **Léon Autonne**, présentée par M. Jordan.

« Prenons une équation de Riccati U

$$\frac{du}{dt} = \mathrm{A}_0(t) + u\mathrm{A}_1(t) + u^2\mathrm{A}_2(t),$$

et une équation algébrique h_n, à discriminant $\neq 0$,

$$f(u) = \sum_{r=0}^{r=n} \frac{n!}{r!(n-r)!} u^r a_{n-r}(t) = 0,$$

laquelle a toutes ses racines $u_0, u_1, \ldots, u_{n-1}$ intégrales de U. Cela arrivera notamment lorsque, les A et les a étant rationnels en t, h_n devient une équation irréductible H_n, dont *une* racine est intégrale de U. Pour la définition de l'irréductibilité, on envisagera comme rationnelles, outre la variable t, toutes les constantes. Dans une Communication déjà ancienne (7 mai 1883), j'ai indiqué quelques propriétés des équations H_n.

» Des recherches plus récentes m'ont conduit à la solution du problème plus général relatif aux équations h_n, que je nomme aussi *équations anharmoniques,* parce que le rapport anharmonique de quatre racines est constant.

» Théorème I. — *Pour qu'une équation h_n soit anharmonique, il faut et il suffit que le polynome $f(u)$ en u soit équivalent (transformable par substitution linéaire fractionnaire effectuée sur u) à un polynome $F(u)$ à coefficients indépendants de t, c'est-à-dire constants.*

» Théorème II. — *Pour assurer l'équivalence, il faut et il suffit que $n-3$ invariants absolus de $f(u)$ soient des constantes.*

» Que la condition soit nécessaire, cela est évident. Il faut plus de précautions pour établir la suffisance. En effet, l'égalité des invariants absolus n'assure pas toujours l'équivalence de deux polynomes. On doit montrer que l'on ne se trouve pas dans le cas d'exception signalé par Aronhold (*Journal de Borchardt*, t. 62 et 69), Gram (*Mathematische Annalen*, t. VII), Christoffel (*Math. Ann.*, t. XIX). Les invariants absolus qui interviennent sont ceux de Christoffel. Ils coïncident, à n'en pas douter, au fond avec ceux que fournissent les méthodes ordinaires (théorie des formes, notation symbolique, etc.), mais les formules de rattachement n'ont pas encore été trouvées, pour n quelconque, au moins à ma connaissance.

» h_n étant anharmonique, on mettra la dérivée de la fonction algébrique u des coefficients a sous la forme connue

$$\frac{du}{dt} = \sum_{r=0}^{r=n-1} u^r A_{n-r}(t);$$

les $n-3$ égalités $0 = A_{n-1} = A_{n-2} = \ldots = A_3$ exprimeront la constance des invariants absolus et U se trouvera construite. Par exemple, pour $n=4$

$$-A_3 = \frac{ij}{R}\frac{d\Omega}{\Omega\,dt},$$

où i, j, R, Ω désignent respectivement les deux invariants

$$i = 2(a_0a_4 - 4a_1a_3 + 3a_2^2),$$
$$j = 6(a_0a_2a_4 + 2a_1a_2a_3 - a_2^3 - a_0a_3^2 - a_1^2a_4),$$

le discriminant $R = i^3 - 6j^2$, et l'invariant absolu Ω de h_4.

» Envisageons u et t comme des coordonnées; nommons ω le point à l'infini sur l'axe des u. L'équation H_n représentera une courbe algébrique indécomposable C, de degré $m_\omega + n$. Toute sécante D_t, issue de ω, coupe C en m_ω points confondus avec ω et n autres points x, formant un groupe X_n. Le rapport anharmonique K de quatre points de X_n est constant, tandis que ces points sont eux-mêmes mobiles avec t.

» Soit t_0 une racine du discriminant; D_{t_0} touche C ou joint ω à un point multiple de C. Tout cela posé, il vient les deux propositions suivantes :

» I. *Sur* D_{t_0} *le groupe* X_n *ne peut comporter que deux constitutions :*

» 1° *Un point* $(n-1)^{uple}$ *et un point simple;*

» 2° *Un point* n^{uple}.

» II. *Dans le premier cas, si l'on développe en série, suivant les puissances de* $t - t_0$, *les* $\frac{n(n-1)}{2}$ *différences deux à deux des racines, tous les développements débuteront par une même puissance de* $t - t_0$.

» Dans le second cas, il existera des sujétions de même nature, mais plus compliquées.

» Pour obtenir h_n, il n'est pas nécessaire de calculer les $n-3$ invariants absolus, ce qui serait malaisé, d'un polynome de degré n. *Une méthode de recurrence permet de remonter de* h_{n-1} *à* h_n, ...

» La construction effective des H_n (équations h_n à coefficients rationnels en t et irréductibles) ne présente pas de difficulté sérieuse pour n pas trop élevé, par exemple $n = 4$ ou 5.

» Pour H_4, on rencontre d'abord les équations équianharmoniques, $i = 0$, et harmoniques, $j = 0$, lesquelles sont bien connues. Le dernier type de H_4 est

$$(u^2 + q)^2 - p(2u - r)^2 = 0,$$

p, q, r = rationnels en t, avec la condition

$$pr^2 = (p - q)^2 - \left(\frac{K-1}{K+1}\right)^2 (p + q)^2.$$

H_4 est abélienne et a ses racines rationnelles par rapport à une quelconque d'entre elles.

» H_5 s'obtient en éliminant m entre les deux équations

$$uL + M = \frac{m-2}{m^2 - 3m + 1}, \qquad T = m(m^2 - 5m + 5)^2,$$

L, M, T = rationnels en t; $K = \theta + \theta^4$, θ étant une racine cinquième primitive de l'unité.

» Le groupe de H_5 a pour ordre dix et provient des substitutions

$$(01234) \quad \text{et} \quad (0)(14)(23).$$

H_5 est une équation de Galois. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la voûte élastique.* Note de M. GEORGES POISSON.

« Yvon Villarceau a donné en 1854, dans son Ouvrage : *Sur l'établissement des arches de pont*, une théorie des voûtes fondée sur l'étude de l'arc linéaire soumis à une charge d'eau, désigné quelquefois sous le nom *d'arc hydrostatique*. Cette théorie n'a pas eu d'applications pratiques, soit parce qu'elle exige l'emploi des fonctions elliptiques, soit parce qu'elle comporte encore trop d'hypothèses douteuses.

» La présente Note a pour objet l'étude d'un cas particulier de l'arc hydrostatique, dont l'application au calcul des voûtes peut se faire sans hypothèse, en tenant compte seulement des lois générales de l'élasticité.

» Je considère dans le plan un arc linéaire infiniment flexible, ayant un poids fini et uniforme, égal à d par mètre courant. Il est soumis à une charge liquide de densité D. Soient P la compression longitudinale de l'arc, P_1 la pression normale, h la hauteur du niveau de la charge liquide.

» On a pour l'équilibre de l'arc les équations

$$\frac{dP}{ds} = -d\sin\alpha, \qquad \frac{d(P\cos\alpha)}{ds} = D(h-y).$$

La première donne, en choisissant convenablement l'axe des x,

$$P = -dy.$$

La deuxième donne

$$P\cos\alpha = D\left(hy - \frac{y^2}{2} + c\right);$$

d'où

$$\cos\alpha = \frac{D}{dy}\left(\frac{y^2}{2} - hy - c\right).$$

L'intégration générale de cette équation exige l'emploi des fonctions elliptiques; mais je considère seulement le cas où c est nul : l'intégration se simplifie et donne

$$(x-\iota)^2 + (y-2h)^2 = \left(\frac{2d}{D}\right)^2.$$

C'est l'équation d'un cercle. En le rapportant à son centre, et en changeant le signe de h qui est arbitraire, on obtient

$$P = d(2h-y), \qquad P_1 = D(h-y).$$

» Prenons maintenant un arc circulaire réel, d'épaisseur finie et uniforme. Divisons sa section en filets circulaires concentriques d'épaisseur infiniment petite. Chacun de ces filets peut être assimilé à l'arc linéaire défini ci-dessus, et sera par suite en équilibre si les pressions qui s'exercent sur chacune de ses faces sont analogues à des pressions hydrostatiques. Les constantes D et h peuvent varier avec les filets, mais d est égal à la densité des matériaux de la voûte. Cherchons les conditions pour que l'ensemble de ces filets constitue bien un corps élastique continue.

» En chaque point de ce corps, il s'exerce deux pressions principales, P et P_1, dont l'expression est

$$P = a - dy, \quad P_1 = a_1 - by,$$

a, a_1 et b étant fonctions du rayon r.

» Les premières parties de ces pressions, a et a_1, sont assimilables aux efforts qui s'exercent dans un anneau cylindrique soumis extérieurement et intérieurement à des pressions normales uniformes. On sait que l'on doit avoir pour l'équilibre, la pression étant nulle sur la surface de rayon r_0, et égale à Dh sur celle de rayon r_1,

$$a = \frac{Dhr_1^2}{r_1^2 - r_0^2} + \frac{Dhr_1^2 r_0^2}{r_1^2 - r_0^2}\frac{1}{r^2},$$

$$a_1 = \frac{Dhr_1^2}{r_1^2 - r_0^2} - \frac{Dhr_1^2 r_0^2}{r_1^2 - r_0^2}\frac{1}{r^2}.$$

» Considérons maintenant les secondes parties des forces P et P_1 ; en les décomposant suivant les axes de coordonnées, on obtient

$$t_{xx} = -d\frac{y^3}{r^2} - b\frac{yx^2}{r^2},$$

$$t_{yy} = -d\frac{yx^2}{r^2} - b\frac{y^3}{r^2},$$

$$t_{xy} = (d - b)\frac{xy^2}{r^2}.$$

Ces trois composantes doivent satisfaire aux équations

$$\frac{dt_{xx}}{dx} + \frac{dt_{xy}}{dy} = 0, \qquad \frac{dt_{xy}}{dx} + \frac{dt_{yy}}{dy} + a = 0.$$

En faisant la substitution, ces équations se réduisent à une seule

$$\frac{2(b-d)}{r} + \frac{db}{dr} = 0,$$

d'où l'on tire

$$b = d + \frac{c''}{r^2}$$

et avec les conditions aux limites

$$b = d\left(1 - \frac{r_0^2}{r^2}\right), \qquad r_1 = r_0\sqrt{\frac{d}{D-d}}.$$

On a en définitive

$$P = d(h-y) + dh\frac{r_0^2}{r^2}, \qquad P_1 = d\left(1 - \frac{r_0^2}{r^2}\right)(h-y).$$

La somme de ces deux pressions est

$$P + P_1 = 2d(h-y) + dr_0^2\frac{y}{r^2}.$$

Elle satisfait à la condition $\Delta_2 = 0$, nécessaire dans les corps élastiques.

» L'épaisseur d'une voûte ainsi constituée est proportionnelle à l'ouverture, ce qui ne concorde pas avec les formules usuelles pour la détermination de l'épaisseur d'une voûte à la clef. Avec des matériaux d'une densité de 2,25, l'épaisseur serait le sixième de l'ouverture, ce qui n'est admissible que pour des voûtes de $2^m,50$ d'ouverture environ.

» Le présent calcul ne donne donc qu'une solution particulière du problème de la voûte élastique. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la propagation d'un allongement graduel dans un fil élastique.* Note de M. **L. de la Rive**, présentée par M. Poincaré.

« Lorsque la tranche terminale d'un fil élastique, dont l'autre extrémité est fixe, est assujettie à se mouvoir suivant la direction de l'axe du fil avec une vitesse constante, il y a lieu de chercher comment l'allongement se propage.

» Cette question n'a pas, sauf erreur, fait l'objet de recherches théoriques ou expérimentales. Poisson, dans son Mémoire *Sur le mouvement des fluides dans les tuyaux cylindriques*, a indiqué, dans le cas d'une longueur infinie, que l'on pouvait substituer un mouvement progressif au mouvement oscillatoire. Saint-Venant a traité le cas d'une tige recevant un choc et M. Boussinesq a donné la solution du choc longitudinal de deux barres;

mais ce problème, plus complexe que celui que j'ai mentionné, en diffère notablement.

» Soient l la longueur du fil, x la distance d'un point à l'extrémité fixe, u l'allongement correspondant à x au temps t. Prenons

$$(1)\quad \begin{cases} u = \mathrm{A}xt + \dfrac{\mathrm{A}l^2}{\pi^2 a}\Big[\cos\pi\dfrac{(x+at)}{l} - \dfrac{1}{2^2}\cos 2\pi\dfrac{(x+at)}{l} + \ldots \\ \qquad - \cos\pi\dfrac{(x-at)}{l} + \dfrac{1}{2^2}\cos 2\pi\dfrac{(x-at)}{l} - \ldots\Big], \end{cases}$$

où A est une constante et a la vitesse de propagation du son.

» Cette expression satisfait à l'équation $\frac{d^2u}{dt^2} = a^2\frac{d^2u}{dx^2}$ et aux conditions suivantes : pour $t = 0$, $u = 0$ quel que soit x, et $\frac{du}{dt} = 0$ quel que soit x, sauf pour $x = l$ avec $\frac{du}{dt} = \mathrm{A}l$, pour $x = 0$, $u = 0$ quel que soit t et, pour $x = l$, $\frac{du}{dt} = \mathrm{A}l$ quel que soit t. C'est donc une solution.

» Remarquons que les deux séries, la seconde prise positivement et abstraction faite de A et a et divisées par 4, ont les valeurs suivantes : lorsque la variable que je désigne par z est comprise entre $-l$ et $+l$, $\frac{l^2}{3} - z^2$, lorsque z est compris entre l et $3l$, $\frac{l^2}{3} - (z - 2l)^2$. Faisons varier t entre 0 et $\frac{2l}{a}$.

» 1° $t < \frac{l-x}{a}$. Pour les deux séries, z est compris entre $-l$ et $+l$, d'où résulte $u = 0$.

» 2° $\frac{l-x}{a} < t < \frac{l+x}{a}$. Pour la première série, z est compris entre l et $3l$ et, pour la seconde en valeur absolue, entre 0 et l, ce qui donne

$$(2)\qquad u = \mathrm{A}l\left[t - \left(\frac{l-x}{a}\right)\right].$$

» 3° $\frac{l+x}{a} < t < \frac{2l}{a}$. Pour les deux séries, z est compris entre l et $3l$, et $u = \frac{2\mathrm{A}lx}{a} = \text{const}$.

» On voit que l'allongement n'a lieu qu'entre l'instant où une perturbation partie de l'extrémité allongée au temps 0 y parvient et celui où, réfléchie à l'extrémité fixe, elle y repasse. Pendant cette durée efficace, la vitesse d'allongement est constante et égale à l'extrémité, comme le

montre (2). Pour une valeur quelconque de t, faisons $t = \frac{2kl}{a} + t'$, k étant un nombre entier. Cette valeur portée dans (1) montre que le mouvement est périodique et que la durée de la période est $\frac{2l}{a}$. On voit par (2) que la tension augmente d'une manière discontinue de $\frac{Al}{a}$ au commencement et à la fin de la période efficace.

» J'ai vérifié ces résultats sur un ressort en hélice dont l'axe est assimilé à un fil élastique et qui en offre toutes les propriétés avec un coefficient très faible.

» L'hélice formée d'un fil de laiton dur de $0^{mm},5$ de diamètre enroulé en spires de $6^{mm},5$ de diamètre dans un plan sensiblement normal à l'axe est longue de 8^{m}. Elle est suspendue verticalement; l'extrémité supérieure est fixe et l'inférieure est tirée par un fil souple qui s'enroule sur un cylindre tournant. La circonférence du cylindre est de $19^{cm},5$ et la durée d'un tour quarante-cinq secondes. En observant le mouvement d'une spire passant devant une règle graduée, j'ai constaté que le mouvement est périodique, que la vitesse paraît devenir nulle à chaque période et que la durée de celle-ci est celle de la propagation d'une perturbation avec réflexion.

» Je viens, tout récemment, de rendre ces observations plus concluantes, en projetant l'image agrandie de l'hélice sur une bande de papier quadrillée au centimètre et ayant un mouvement de translation horizontal. Un index de papier collé à la spire paraît décrire sur le papier une courbe qui exprime les circonstances du mouvement. La courbe théorique consiste en une droite horizontale correspondant à la période non efficace et en une droite plus ou moins inclinée suivant le rapport des deux vitesses. En traçant d'avance ces courbes j'ai constaté que l'index les suit, sauf que l'angle des deux droites est atténué par une courbe de raccordement. Les points observés sont :

» *a*. A une distance de $1^{m},42$ de l'extrémité fixe. La *fig.* 1 montre la courbe théorique

Fig. 1.

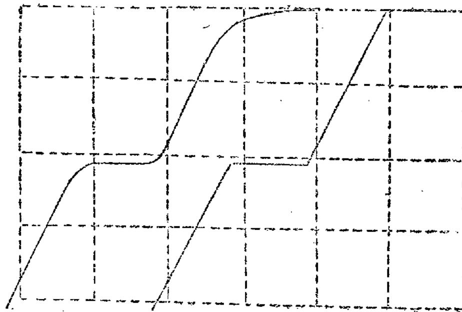
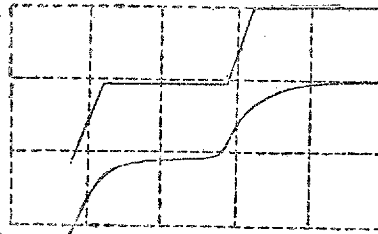


Fig. 2.



et celle observée. Elles indiquent un mouvement ascendant parce que l'image est renversée. Le mouvement horizontal du papier est de 2^{cm} pendant la période qui est $1^{s},6$. Pour ce point le rapport $\frac{x}{l}$ donne $0^{cm},2$ pour la période efficace et, par conséquent,

1^{cm},8 pour la droite horizontale. Le grossissement est 10, ce qui donne pour l'allongement total 1^{cm},1.

» *b*. A une distance de 4^{m},49. La *fig.* 2 démontre la courbe théorique et la courbe observée. Le grossissement est 6, ce qui donne pour l'allongement périodique calculé 2^{cm},2, et les périodes efficaces et non efficaces sont 1^{cm},1 et 1^{cm},0.

» *c*. L'extrémité conduite par le fil qui opère la traction se meut uniformément. »

MAGNÉTISME. — *L'influence du magnétisme sur la conductibilité calorifique du fer.* Note de M. **Désiré Korda.**

« En examinant la théorie de l'effet du champ magnétique sur les réactions chimiques des solutions de sels de fer, l'idée m'est venue de rechercher si le champ magnétique n'influe pas également sur la conductibilité calorifique des corps ferromagnétiques. Les expériences que j'ai entreprises à cet effet, avec des disques et barreaux en fer doux, ont confirmé mon raisonnement et m'ont conduit aux résultats suivants :

» *La conductibilité calorifique du fer doux éprouve une diminution dans la direction des lignes de forces magnétiques; elle reste, par contre, sans changement dans la direction des lignes équipotentielles, indépendamment du sens de la force magnétisante.*

» Ce dernier résultat semble indiquer que l'affaiblissement de la conductibilité thermique dépend d'une puissance paire de la force magnétisante. La formule, à laquelle je suis arrivé par des considérations théoriques, montre qu'il s'agit de la deuxième puissance.

» Mes résultats établissent une certaine analogie entre les propriétés des corps ferromagnétiques et celles des cristaux uniaxes dont les coefficients de dilatation et de conductibilité thermique diffèrent suivant l'axe ou une direction oblique à l'axe.

» J'ai essayé d'abord un disque en fer doux, de 0^{mm},35 d'épaisseur et de 320^{mm} de diamètre, pourvu d'un tube concentrique de 90^{mm}, soudé sur le disque et destiné à servir de source de chaleur, comme récipient d'eau ou d'huile bouillante. Ce disque, enduit au préalable d'une légère couche de paraffine, fut placé sur les pôles (de forme ronde, de 72^{mm} de diamètre) d'un fort électro-aimant vertical de Faraday, dont on a eu soin de bien le séparer, afin d'éviter des pertes de chaleur. En versant le liquide sans exciter l'aimant, la chaleur s'est répandue uniformément dans le disque et a provoqué la fusion de la paraffine suivant des cercles bien concentriques. Par contre, en répétant l'expérience, cette fois avec le champ magnétique, la forme de la plage en fusion s'est déformée et a présenté une figure elliptique, dont le petit axe (165^{mm}) se trouvait dans la direction de l'axe magnétique, et dont le grand axe (200^{mm}) ne différait

pas sensiblement du diamètre du cercle formant le contour de la paraffine fondue dans l'expérience précédente. En opérant sur des disques plus petits (80^{mm}), j'ai pu obtenir des plages qui se déformaient et prenaient la forme de lemniscates dont le petit axe coïncidait toujours avec l'axe magnétique.

» Dans une autre série d'expériences, je me suis servi de fils de fer de 7^{mm}, d'une longueur de 115^{mm}, entourés d'une bobine de $2^{ohms},77$ à 1250 spires. Leurs bouts portaient une pince thermo-électrique ou bien des spires de fils de platine formant thermomètre à pont Wheatstone. Avec un courant d'excitation de $0^{amp},1$ ($B = 12\,000$ C.G.S.) l'erreur due à l'échauffement de la bobine fut insignifiante. Pour être de même à l'abri d'erreurs dues à la source de chaleur, j'employais une méthode rappelant celles à zéro. A cet effet, j'ai comparé deux barreaux identiques formant les deux branches opposées d'une croix en cuivre qui servait à transmettre la chaleur d'un bec Bunsen.

» Le galvanomètre du pont, destiné à comparer les températures des extrémités de ces barreaux, a mis $18^m 15^s$ pour atteindre deux divisions, quand aucun des barreaux n'a été aimanté, et sensiblement autant, quand tous les deux ont été aimantés. Par contre, en aimantant le barreau droit seul, il fallait 22^m, la chaleur s'étant propagée plus lentement dans le fer aimanté. Enfin, en aimantant le barreau gauche seul, il fallait $15^m 30^s$, ce qui montrait que, par la dissymétrie initiale, la partie droite possédait une prépondérance (¹).

» Quant à la théorie de ces phénomènes, rappelons que suivant Maxwell (*Él. et Magn.*, § 642) les composantes des efforts dus au champ H en chaque point d'une sphère à induction $B = \mu H$ sont les suivantes

$$(1) \qquad P_x = \frac{BH}{4\pi} - \frac{H^2}{8\pi}, \qquad P_y = P_z = -\frac{H^2}{8\pi},$$

x étant la direction du champ, soit une pression hydrostatique uniforme, combinée avec une tension dans la direction du champ magnétique. Pour un disque, on a $P_z = 0$; pour un barreau, $P_y = P_z = 0$.

» Combinons (1) avec les théorèmes de l'équivalence et de Carnot. Communiquons la chaleur dQ au barreau aimanté

$$(2) \qquad dQ = c\,d\theta + q\,dx,$$

c étant la chaleur spécifique à longueur x constante et q la chaleur latente à température θ constante. Le travail extérieur étant

$$(3) \qquad d\mathfrak{T} = P_x\,dx = \left(\frac{\mu}{4\pi} - \frac{1}{8\pi}\right) H^2\,dx,$$

(¹) Je tiens à remercier ici M. Rhoné pour son concours lors de l'exécution de ces expériences.

$dU = d\mathfrak{T} - A\,dQ$ ne sera un différentiel exact que si l'on a

$$(4) \qquad A\left(\frac{\partial q}{\partial \theta} - \frac{\partial c}{\partial x}\right) = \frac{H^2}{4\pi}\frac{\partial \mu}{\partial \theta};$$

de même, pour $\frac{dQ}{\theta} = \frac{c}{\theta}d\theta + \frac{q}{\theta}dx$, il faut qu'on ait

$$(5) \qquad \frac{q}{\theta} = \frac{\partial q}{\partial \theta} - \frac{\partial c}{\partial x}.$$

» On déduit, enfin, de (4) et (5),

$$(6) \qquad q = \frac{H^2\theta}{4\pi A}\frac{\partial \mu}{\partial \theta},$$

où pour le fer et pour l'intervalle de 0° à 600°C. en moyenne $\frac{\partial \mu}{\partial \theta} = 0{,}0002$.

» Or, q indique la portion de la chaleur qui ne sert pas à augmenter la température, mais qui amène une modification de la perméabilité et une diminution du courant d'excitation à égalité d'induction. q est la mesure de l'effet que nous avons constaté par voie expérimentale. Il est proportionnel à H^2.

» Pour les directions y et z le second membre de (4) devient zéro, il n'y a donc aucune perturbation dans la propagation de la température par suite de P_y dans le cas d'un disque, et de P_y et P_z dans le cas d'une sphère magnétique. Comme exemple théorique de cette dernière, nous pourrions citer la propagation par déperdition de la chaleur intérieure d'origine du globe terrestre. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un cas particulier des oscillations électriques, produites par une bobine de Ruhmkorff à circuit secondaire ouvert, et sur une méthode nouvelles pour mesurer des capacités électriques.* Note de MM. **J.-J. Borgman** et **A.-A. Pétrowsky**, présentée par M. Lippmann.

« Nous avons l'honneur de présenter à l'Académie une exposition sommaire d'une partie des phénomènes que nous avons observés en étudiant l'action d'une bobine de Ruhmkorff à circuit secondaire ouvert.

» On sait que, pendant l'action de la bobine de Ruhmkorff, quand son circuit secondaire reste ouvert, des tubes de Geissler s'illuminent, lorsqu'ils sont placés dans son voisinage. Nous avons constaté, entre autres, les faits suivants relatifs à ce phénomène.

» 1. Si l'on fait communiquer à l'une des bornes de la bobine de Ruhmkorff un fil droit et qu'on le suspende de manière à l'isoler complètement, on constate qu'un tube de Lecher isolé (tube cylindrique évacué, privé d'électrodes) s'illumine quand il est placé à peu près perpendiculairement à la direction du fil. Ce même tube ne s'illumine plus, s'il est placé parallèlement au fil. Mais si on le fait glisser dans la direction du fil, la lumière apparaît dans la partie du tube dépassant l'extrémité du fil. Un tube de Lecher isolé s'illumine intensivement quand on le place sur le prolongement du fil, même si la distance entre le bout du fil et l'extrémité la plus proche du tube atteint quelques dizaines de centimètres. En faisant communiquer la deuxième borne de la bobine à la terre, on change seulement l'intensité de la lumière du tube.

» 2. Un tube de Lecher isolé cesse d'émettre de la lumière, si l'on dispose, à quelques centimètres de distance, parallèlement à sa longueur, un fil isolé ou un réseau de fils parallèles bien isolés tendus sur un cadre. La lumière du tube n'est nullement atténuée si le fil ou le réseau ont une direction perpendiculaire à sa longueur, même s'ils sont placés entre le tube et le fil communiquant à la bobine.

» 3. Un tube de Lecher isolé lumineux illumine un tube semblable isolé quand on les fait communiquer par un fil fin long de quelques mètres.

» Nous avons constaté encore le phénomène suivant :

» 4. Le fil conducteur attaché à l'une des bornes de la bobine de Ruhmkorff, dont l'autre borne reste isolée ou communique à la terre, s'attache à une électrode que l'on peut déplacer le long d'une gouttière horizontale creusée dans un bloc de paraffine et remplie d'eau. Les deux extrémités de cette gouttière sont munies d'électrodes en platine, communiquant aux électrodes d'un tube de Geissler pour analyse spectrale, bien isolé. Pendant l'action du Ruhmkorff, ce tube de Geissler s'illumine sans montrer aucune polarité : c'est-à-dire que le caractère de la lumière est le même aux deux électrodes et ne change pas quand on change la direction du courant dans le circuit primaire de la bobine. Le déplacement de l'électrode le long de la gouttière produit un changement dans l'intensité de la lumière du tube, et pour une certaine position de cette électrode, on aperçoit un espace sombre dans la partie capillaire du tube. La longueur de cet espace sombre bien délimitée, que nous désignons comme *nœud*, peut être réduite à quelques millimètres pour une certaine fréquence de l'interrupteur de la bobine et amenée au milieu de la longueur du tube par un déplacement convenable de l'électrode le long de la gouttière.

» 5. Le déplacement du *nœud*, correspondant à un déplacement de l'électrode donné, est d'autant plus grand que la conductibilité du liquide dont la gouttière est remplie est moindre.

» 6. L'apparition du *nœud* et ses déplacements s'observent aussi dans le cas où la gouttière est remplacée par un tube de Lecher, dont les bouts sont munis de capsules métalliques communiquant aux électrodes du tube de Geissler; en ce cas, le tube de Lecher est, en outre, muni d'un anneau métallique qu'on peut faire glisser le long de sa surface, cet anneau communiquant à l'une des bornes de la bobine.

» 7. Remplaçant la gouttière par un rhéostat à fil métallique, on constate un nœud au milieu de la partie capillaire du tube de Geissler, mais ce nœud ne se déplace plus quand on fait glisser le point de contact du conducteur de la bobine le long du rhéostat.

» 8. Quand on emploie une gouttière remplie d'eau, la position du nœud dans le tube, ou la position de l'électrode dans la gouttière nécessaire pour amener le nœud au milieu du tube, dépend des conducteurs servant de communication entre les électrodes du tube et les extrémités de la gouttière. C'est la capacité électrique de ces conducteurs qui a la plus grande influence sur ce phénomène. On constate aussi l'influence de la résistance de ces conducteurs quand elle est très grande (des colonnes de dissolutions très diluées d'acides ou de sels dans l'eau) et que toutes les autres conditions de l'expérience restent les mêmes. L'influence des coefficients de self-induction des conducteurs paraît exister, mais nous n'en avons pas encore suffisamment approfondi l'étude.

» 9. Le phénomène décrit dans les paragraphes ci-dessus donne le moyen de comparer des capacités électriques minimes. Pour cela on doit faire communiquer la capacité à mesurer avec l'un des conducteurs, réunissant les électrodes immobiles de la gouttière avec celle du tube de Geissler. Pour ramener le nœud à sa position antérieure au milieu du tube, on est obligé de faire communiquer avec le deuxième conducteur une capacité égale à la première ou de déplacer convenablement l'électrode mobile le long de la gouttière. Ce déplacement est proportionnel entre certaines limites aux capacités introduites.

» Il est facile de mesurer par cette méthode des capacités ne dépassant pas une fraction d'une unité électrostatique C.G.S., par exemple les variations de la capacité d'un condensateur formé par deux plaques de 2^{cc} de surface disposées à une distance près de 1^{cm}; ou celles de la capacité d'une sphère de 5^{cm} de diamètre quand on la fait plonger dans divers isolateurs liquides.

» Tous les faits décrits ont été observés à l'aide d'une bobine de Ruhmkorff de grandeur moyenne, actionnée par le courant de deux accumulateurs.

» Nous continuons nos recherches et nous espérons avoir bientôt l'honneur de communiquer à l'Académie les résultats ultérieurs. »

PHYSIQUE. — *Sur la transformation des rayons X par les différents corps.* Note de M. **Hurmuzescu**, présentée par M. G. Lippmann.

« L'expérience nous a montré que ces rayons ne possédaient aucune réflexion régulière, mais dans certains cas on a obtenu une série de phénomènes semblables à une espèce de diffusion de ces rayons. Ainsi, le voisinage de certains corps métalliques près d'une plaque sensible donnait naissance à des renforcements.

» Avec l'usage des tubes de Crookes de plus en plus forts, donnant de

15^cm à 20^cm d'étincelle, cette propriété de renforcer s'est trouvée être générale pour tous les corps à des degrés variables (1) : le verre, le papier, et surtout, parmi les métaux, le plomb, le zinc, etc., produisent des renforcements.

» En prenant la précaution d'éliminer les rayons X directs, on peut avoir des impressions photographiques très fortes dues seulement à ces rayons que M. Sagnac a appelés des *rayons secondaires* et qu'on peut nommer d'une manière générale des *rayons transformés*.

» Pour étudier les actions de ces rayons, j'ai employé la méthode basée sur la propriété qu'ont ces rayons, comme les rayons X, de décharger les corps électrisés (2).

» Un électroscope bien isolé, à cage métallique, était chargé au même potentiel donné par un même angle α d'écartement entre les feuilles. Les rayons transformés seuls pénétraient, à travers une feuille d'aluminium de $0^{mm},1$ d'épaisseur, à l'intérieur de la cage et tombaient sur les feuilles électrisées. On mesurait le temps de décharge jusqu'à une valeur α_1 plus petite que α, mais qui était différente de zéro.

» On détermine le coefficient de transformation des rayons X par les différents corps par rapport à la transformation sur le zinc, en prenant le rapport des temps respectifs de décharge.

» Dans ces expériences existe une cause d'erreurs si l'on ne se tient pas dans le cadre des conditions expérimentales : c'est la complexité du faisceau et surtout la variation continuelle du faisceau due à l'altération trop irrégulière du vide du tube X.

» *Voici maintenant quelques résultats* (3) :

» Les rayons transformés sont beaucoup plus absorbables que les rayons X qui leur ont donné naissance. En interposant différents corps sur le trajet du faisceau incident et sur le trajet du faisceau transformé les temps de décharge varient dans de grands rapports.

» L'intensité des rayons transformés par les différents corps, par rapport

---

(1) Dr Hurmuzescu, *Sur la transformation des rayons X* (*Comptes rendus de la Société française de Physique*, 17 avril 1898).

(2) L. Benoist et Dr Hurmuzescu, *Nouvelle méthode de recherche sur les rayons X*. 3 et 17 février 1896.

(3) Une partie de ces résultats ont été communiqués au Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences, 10 août 1898. Voir l'*Éclairage électrique*, 20 août 1898.

à un même corps (zinc), dépend du tube employé et de son état; ainsi, par exemple, pour un tube Chabaud le temps de décharge des rayons zinc est treize secondes et les rayons fer, soixante-douze secondes :

$$A_F = \frac{72}{13} = 5,53.$$

» Dans d'autres expériences cette valeur varie entre

$$A_F = 5,45 \quad \text{et} \quad 5,90.$$

» Avec un tube Müller bianodique de 10^{cm} d'étincelle on a des valeurs comprises entre

$$A_F = 2,10 \quad \text{et} \quad 2,16.$$

» Dans le Tableau suivant, à titre d'exemple, on verra les différents coefficients :

Corps.	Épaisseur en millimètres.	Temps de décharge en secondes. I.	II.
Aluminium..........	1	30	27,2
Paraffine............	12	10,8	9,2
Fer étamé...........	0,50	68,0	49,4
Zinc...............	0,55	11,5	10,3
Fer...............	0,60	58	44
Cuivre............	0,16	15	14
Aluminium.........	0,60	31	26,2
»	2,00	45	32
Plomb..............	3,00	14	13
Verre sur zinc.......	1,20	51	45
» sur paraffine...	1,20	47	37
Zinc...............	0,55	11,7	10,3

» Les rayons transformés produits par un corps sont de préférence absorbés par ce même corps. Cette absorption élective particulière se manifeste encore si l'on fait l'étude de la décharge sur deux électroscopes identiques, mais dont le métal de la cage soit différent : un en zinc et un autre en plomb. Les rayons transformés par le plomb donnent un temps de décharge de 51 secondes pour l'électroscope à cage en plomb et seulement de $29^s,8$ pour l'électroscope à cage en zinc. Ceci est en faveur de l'explication de ces phénomènes secondaires par une transformation des rayons et non pas par une simple diffusion.

» Chaque couche d'un corps agit comme transformateur (donnant des

rayons transformés) et comme absorbant; d'un autre côté, la radiation incidente peut se transformer non seulement en une autre radiation de plus grande longueur d'onde, mais aussi en chaleur (Dorn) et autre; il s'ensuit qu'il n'y a aucune relation simple entre l'énergie vibratoire absorbée et celle transformée.

« Mais il existe une relation entre l'émission des radiations produites par un corps et l'absorption du même corps pour les radiations qu'il émet.

» On peut trouver dans des cas particuliers, et surtout pour un faisceau déterminé, des corps qui transforment d'autant mieux qu'ils sont plus absorbants (1).

» Mais on ne doit pas étendre cette propriété pour tous les corps et pour toutes les radiations (2); car on voit la différence des résultats suivant le tube X et l'état du tube employé.

» Pour toutes les raisons indiquées on doit considérer ces phénomènes comme dus à une transformation des rayons X en d'autres rayons de plus grande longueur d'onde; cette transformation se faisant dans l'intérieur du corps jusqu'à une certaine épaisseur (3) limite. »

PHYSIOLOGIE. — *La méthode graphique dans l'étude des voyelles.* Note de M. **Marage**, présentée par M. Marey.

« J'ai repris, avec la méthode graphique, les expériences que j'avais entreprises sur les voyelles, en me servant de la photographie des flammes manométriques. J'ai pu constater, ainsi, non seulement l'exactitude des premiers résultats que j'avais obtenus, mais encore cela m'a permis d'expliquer les divergences qui existaient entre certains expérimentateurs.

» La méthode des flammes de Kœnig a l'avantage d'être excessivement sensible, très maniable et très exacte; mais elle ne permet pas de pousser aussi loin l'étude des voyelles que la méthode graphique qui, cependant, est moins sensible.

---

(1) Sagnac, *Sur la transformation des rayons par les différents corps simples* (*Société française de Physique:* séance du 6 janvier 1899).

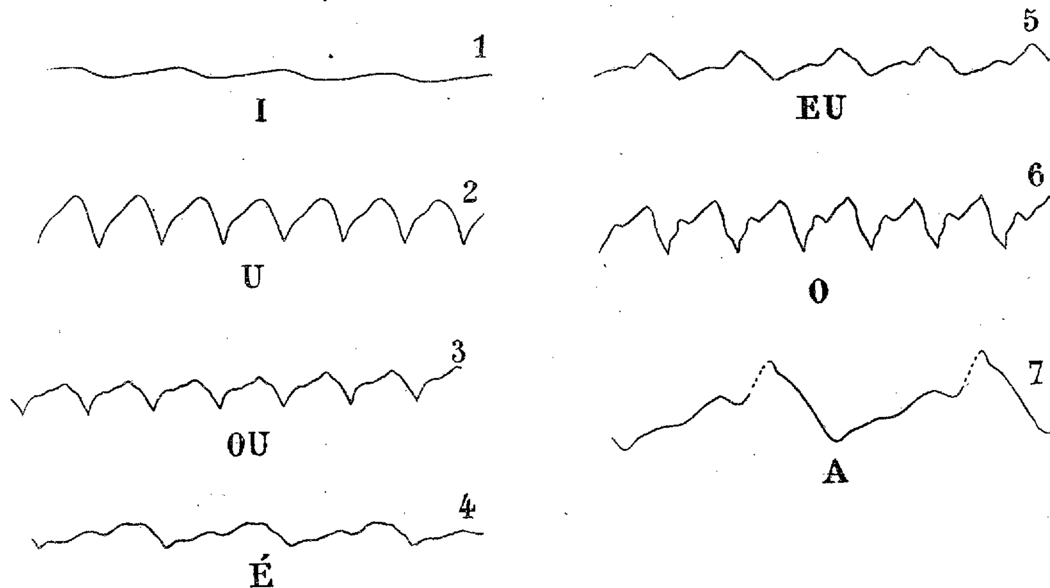
(2) Malagoli et Bonacini, *Sur la diffusion des rayons X* (*l'Éclairage électrique*, 14 janvier 1899).

(3) Extrait d'un Mémoire publié dans le *Bulletin des Sciences physiques de Bucarest,* janvier 1899.

» Je vais citer quelques-uns des résultats que j'ai obtenus; tous les tracés ont été agrandis par la Photographie :

» 1° Quand on veut étudier les tracés, il faut distinguer les voyelles parlées et les voyelles chantées : les premières ont seules un tracé caractéristique; chez les secondes, le tracé se confond le plus souvent avec la note laryngienne.

» 2° Chaque voyelle a un tracé spécial, et, de même que j'avais établi la distinction entre voyelles à une flamme : I, U, OU; à deux flammes : É,



Tracés des voyelles (les causes d'erreur étant supprimées).
Grossissement : 5 diamètres.

EU, O; à trois flammes : A, on peut distinguer les tracés à une, deux ou trois périodes.

» On voit immédiatement que la méthode graphique a une supériorité, puisqu'elle permet de différencier entre elles les flammes du même groupe.

» 3° Si les expérimentateurs trouvent des résultats non concordants, cela tient aux causes d'erreur que présentent leurs méthodes.

» Les appareils généralement employés se composent d'une embouchure, d'un tube, d'une membrane, d'un levier, d'un ressort; je vais examiner l'influence de chacune de ces parties sur le tracé.

» *a. Embouchure.* — Les embouchures modifient tous les groupements. Elles servent plus ou moins de résonateurs.

» *b. Tube.* — Le tube peut être considéré comme un véritable tuyau sonore; la hauteur et le timbre du son se trouvent complètement changés.

» *c. Membrane.* — Une membrane en caoutchouc, ou en baudruche caoutchoutée, très mince et non tendue, transmet absolument toutes les vibrations, sans introduire ni supprimer aucun harmonique. (Expériences de M. Cauro.)

» *d. Levier.* — Si le levier n'est pas infiniment court et infiniment léger; si, de plus, on n'a pas soin d'amortir les vibrations, il vibre pour son propre compte : c'est lui qui donne les grandes oscillations, et la note est représentée par la somme des vibrations partielles : ceci confirme l'opinion de M. Marey qui avait toujours dit que, dans le cas de vibrations très nombreuses, il fallait chercher à obtenir des tracés microscopiques.

» *e. Ressort.* — Le levier doit suivre tous les mouvements de la membrane; ce résultat est obtenu, soit au moyen d'articulations qui diminuent beaucoup la sensibilité, soit au moyen d'un léger ressort (Schneebeli).

» Pour faire mes expériences, j'ai remplacé le ressort métallique par un ressort à air à pression constante (1^{cm} d'eau).

» CONSÉQUENCES. — 1° Un phonographe n'est qu'un appareil enregistreur réversible; il parle mal parce que le cylindre est mal impressionné; il faut supprimer l'embouchure, le tube, et remplacer la lame de verre par une autre qui ne donne pas de son propre; on obtient, alors, non seulement un son beaucoup plus pur, mais encore un tracé beaucoup plus simple.

» 2° Les expérimentateurs ne trouveront des résultats comparables qu'autant qu'ils se placeront dans les mêmes conditions : c'est pourquoi il est très désirable que la proposition de M. Marey, d'uniformiser les instruments de recherches, ait tout le succès qu'elle mérite. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le sulfure de strontium phosphorescent, préparé au moyen du carbonate de strontium et de la vapeur de soufre.* Note de M. **J.-R. Mourelo** [1].

« M. Sidot a appliqué, à la reproduction artificielle de la wurtzite, un procédé qui consistait à soumettre l'oxyde de zinc, chauffé au rouge cerise, à l'action de la vapeur de soufre. Le sulfure de zinc obtenu était très bien

---

[1] Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École centrale des Arts et Métiers, à Madrid.

cristallisé; il ne formait qu'une masse cristalline, quand la température n'avait pas été assez élevée (*Comptes rendus*, t. LXII, p. 999; 1866). Pour appliquer ce procédé aux sulfures phosphorescents de baryum, calcium et strontium, j'ai effectué une série d'expériences, dont les résultats, en ce qui touche le sulfure de strontium, font l'objet de cette Note.

» L'appareil consiste en un long tube en porcelaine vernie, placé sur une grille à combustion; on place, dans l'intérieur du tube, deux nacelles en porcelaine, assez distantes. On met dans l'une du soufre en très petits fragments; dans l'autre, du carbonate de strontium naturel (*strontianite*), de nuance grisâtre et en poudre grossière; on ferme l'une des extrémités du tube avec un bouchon pourvu d'un long tube de verre; l'autre extrémité, plus proche de la nacelle où est placé le soufre, est en communication avec un appareil producteur d'azote. Tout l'appareil doit être rempli de ce gaz, pur et très sec, avant que le tube en porcelaine commence à être chauffé; le courant d'azote doit être très lent.

» On commence par chauffer la partie du tube la plus voisine de la nacelle qui contient le carbonate de strontium; lorsque la température arrive au rouge vif, on fait en sorte que le tube soit partout également chauffé. Dans ces conditions, la vapeur de soufre est entraînée lentement par le courant d'azote et réagit très régulièrement sur le carbonate de strontium.

» Les résultats obtenus varient beaucoup selon la nature des produits employés, la température à laquelle l'opération a été faite et le temps qu'on y a employé.

» Pas une fois, dans les nombreuses expériences effectuées, on n'obtint le sulfure de strontium cristallisé; sa structure était grenue, sans indice même de forme cristalline; lorsque le carbonate était en fragments gros comme des pois, le produit, de nuance grisâtre claire, avait l'apparence scoriforme.

» Lorsque le carbonate de strontium est pur, exempt d'alcalis et de calcite, le sulfure de strontium obtenu est blanc et n'est pas phosphorescent. Les meilleurs résultats sont ceux que donne la strontianite naturelle, en poudre gris foncé. La stromnite, le calstronbaryte, l'emmonsite et la calcite, avec 20 pour 100 de carbonate de strontium, peuvent également être employées, mais la phosphorescence du sulfure obtenu est alors moins vive.

» La strontianite employée dans mes expériences présentait à peu près la composition suivante : carbonate de strontium, 96,12; carbonate de calcium, 2,03; oxydes de fer et de manganèse, traces; eau, 0,18. Je me permets d'appeler l'attention sur la présence de l'oxyde de manganèse, bien qu'il ne s'y trouve qu'en quantités non déterminables, parce que c'est une des substances les plus actives, en ce qui touche la phosphorescence.

» Pour 5gr de strontianite, j'ai employé au moins autant de soufre · le sulfure de strontium obtenu contenait un peu de sulfate et de sulfure de calcium; il donnait, en outre, les réactions du fer et du manganèse.

» La température à laquelle se fait la réaction a quelque influence sur le pouvoir phosphorescent du produit : c'est la température du rouge vif qui donne le meilleur résultat; au blanc, on obtient un sulfure qui n'est pas phosphorescent.

» Si la température n'arrive qu'au rouge cerise ou sombre, le sulfure n'est pas phosphorescent, mais il peut acquérir cette propriété quand on le chauffe, dans un creuset, au rouge vif, pendant deux heures; il change alors de structure et il s'amoncelle, en prenant une apparence scoriforme.

» La série d'expériences effectuées pour étudier l'influence de la température a démontré que le sulfure de strontium n'acquiert la propriété phosphorescente que lorsque la vapeur de soufre agit à une température déterminée sur la strontianite; si ce point, que j'appellerai *critique*, est dépassé, on obtient un sulfure qui n'est ni phosphorescent, ni capable de le devenir quand on le chauffe de nouveau après sa formation.

» Quant à la durée que doit avoir l'action de la vapeur de soufre, elle est, en quelque sorte, réglée par le courant d'azote. Ce courant doit être assez lent pour qu'on puisse compter les bulles : s'il est trop rapide, une grande partie du soufre est entraînée et va se condenser dans le tube de verre à l'extrémité de l'appareil. Au commencement, quand le carbonate de strontium est seul chauffé, l'acide carbonique, en se dégageant, laisse la masse dans un état permettant la pénétration de la vapeur de soufre, qui doit y être en excès. Quand l'action de la chaleur s'étend au tube dans son entier, il faut entretenir la température au rouge vif, pendant deux heures, pour que l'opération puisse être considérée comme terminée.

» A la fin de l'opération, la nacelle qui contenait le soufre doit être vide et sans aucun résidu. Si le courant d'azote est entretenu pendant le refroidissement du tube, on trouve dans l'autre nacelle un sulfure de strontium qui n'est pas immédiatement phosphorescent, mais qui peut le devenir quand on le laisse à l'air pendant une demi-heure; il suffit de l'exposer ensuite à la lumière diffuse une vingtaine de secondes, pour qu'il émette dans l'obscurité une lumière intense, de la nuance vert jaunâtre qui est propre à tous les sulfures de strontium que j'ai préparés.

» La luminescence, provoquée de la sorte, se prolonge pendant au moins douze heures. Dans les sulfures que j'ai obtenus, la propriété de devenir phosphorescents ne paraît pas s'amoindrir avec le temps. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Combinaisons obtenues avec les aldéhydes grasses et le sulfate mercurique.* Note de M. G. Denigès.

« J'ai précédemment [1] indiqué les aldéhydes de la série grasse parmi les substances susceptibles de fournir des combinaisons d'addition avec le

---

(1) *Sur les fonctions organiques pouvant se combiner au sulfate mercurique* (*Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1868; 1898).

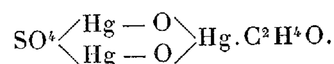
sulfate mercurique. Je décrirai aujourd'hui les résultats obtenus avec l'éthanal et le méthanal.

» *Éthanal.* — Cette aldéhyde peut fournir, rapidement à chaud, lentement à la température ordinaire, lorsqu'on la traite par le sulfate de mercure, une combinaison blanche, cristalline, à peu près insoluble dans l'eau froide, un peu soluble à l'ébullition. Elle est détruite par l'acide chlorhydrique, qui la dissout en régénérant l'aldéhyde qu'elle renferme.

» Pour l'obtenir, on mélange dans un flacon à large goulot 200^{cc} de sulfate mercurique [1] avec 1^{cc} d'éthanal et l'on abandonne le tout à lui-même. Dès le lendemain, le liquide laisse déposer un corps blanc, très adhérent au verre, augmentant peu à peu de volume.

» Au bout de trois ou quatre jours, on décante le liquide et on lave le produit à l'eau froide, par décantation, jusqu'à ce que l'eau de lavage ne précipite plus par le chlorure de baryum; on étale le résidu sur des plaques poreuses et l'on achève la dessiccation sur l'acide sulfurique concentré.

» L'analyse montre que ce composé répond à la formule :



$$SO^4\begin{cases}Hg - O \\ Hg - O\end{cases}Hg.C^2H^4O.$$

» On l'obtient plus vite en portant le mélange à l'ébullition, dans un ballon muni d'un réfrigérant ascendant : dès que l'ébullition est atteinte, on enlève le feu et, par refroidissement, le composé se dépose. On le lave et le dessèche comme il est dit plus haut. Ainsi préparé, il renferme toujours un peu de sulfate mercureux; il laisse, par conséquent, un résidu insoluble de calomel lorsqu'on le traite par l'acide chlorhydrique et donne, à l'analyse, des chiffres un peu forts en mercure et acide sulfurique.

» *Méthanal.* — Lentement à froid, très rapidement à l'ébullition, le méthanal donne, avec SO^4Hg, du sulfate mercureux pur et bien cristallisé. La réaction s'effectue aisément en faisant bouillir, au réfrigérant ascendant, un mélange de 200^{cc} de réactif mercurique et de 2^{cc} de formol commercial, à 40 pour 100 environ de méthanal. Le dépôt de sel mercureux est très vite formé; on laisse refroidir, on lave par décantation et l'on dessèche.

» L'analyse montre que le produit correspond à la formule SO^4Hg^2.

» Dans aucun cas, il ne s'est formé de combinaison analogue à celle qu'a donnée l'éthanal.

» Le fait n'est pas surprenant, non seulement parce que, ainsi qu'on le sait, les corps de la condensation C^4, alcool, aldéhyde, acide, etc., diffèrent notablement par leurs propriétés de leurs homologues, mais aussi parce que j'ai constaté un résultat du même ordre avec les carbures éthy-

---

(1) La formule du réactif a été donnée dans mes Communications antérieures sur les combinaisons mercurico-organiques (*loc. cit.*).

léniques dont le premier terme, l'éthylène, ne contracte pas de combinaison d'addition avec SO^4Hg, tandis que ses homologues supérieurs s'y combinent facilement, et avec les carbures benzéniques dont le chef de série, le benzène, n'entre pas en réaction avec le même réactif, tandis qu'il n'en est pas de même avec le xylène, par exemple.

» Il semble nécessaire que la molécule de ces premiers termes soit entamée par substitution pour réagir, la substitution pouvant d'ailleurs être hydrocarbonée (comme pour les homologues cités), ou hydroxylée (phénols), hydroxycarbonée (alcools allylique et benzylique).

» Je me propose d'étudier ultérieurement les autres combinaisons aldéhydo-mercuriques. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Nouvelle méthode d'examen quantitatif ou qualitatif des albuminoïdes, diastases, alcaloïdes, leucomaïnes ou toxines, notamment ceux des urines.* Note de M. **Paul Chibret** (Extrait).

« En 1886, dans une Note présentée avec M. Izarn et publiée aux *Comptes rendus,* nous avons fait connaître « un mode d'emploi du réactif » iodoioduré pour la recherche des alcaloïdes et leucomaïnes urinaires ».

» En partant de ce mode d'emploi et en en perfectionnant la technique, j'ai réussi à établir une méthode pour déceler et évaluer, dans l'eau ou dans l'urine, toute une série de corps azotés, connus ou inconnus, tels que créatinine, xanthine, alcaloïdes, peptones albuminoïdes, leucomaïnes, toxines, etc., sans agir ni sur l'urée ni sur l'acide urique ou les urates.

» On prend un tube d'essai *soigneusement frotté et lavé à la potasse,* puis rincé à grande eau. On y verse 2^{cc} d'une solution à $\frac{1}{800000}$ de chlorhydrate de cocaïne; on laisse ensuite tomber dans cette solution 3 gouttes d'acide azotique, on agite; on laisse ensuite tomber dans le liquide 3 gouttes du réactif iodoioduré dont voici la formule :

Iode	47^{gr}
Iodure de potassium	58
Eau distillée	60

» Rien ne semble s'être produit dans le tube, si l'on se contente d'un examen à la lumière ordinaire. Il n'en est plus de même si l'on fait l'examen du liquide dans des conditions d'éclairage et d'ambiance convenables. On constate alors que le liquide, qui semblait transparent, devient louche et doué d'une *opalescence* produite par un précipité très ténu.

» L'opalescence obtenue avec la solution de chlorhydrate de cocaïne à $\frac{1}{800000}$, ainsi traitée et observée, constitue une *opalescence-étalon*, qu'il s'agit de reproduire comme intensité avec les différents liquides à examiner. Cette opalescence n'est point la réaction-limite, car on peut obtenir encore une opalescence avec une dilution de chlorhydrate de cocaïne à $\frac{1}{1000000}$ et même davantage. J'ai choisi comme étalon la solution à $\frac{1}{800000}$, parce qu'elle est d'une constatation facile pour l'œil le moins exercé et que j'ai reconnu, par empirisme, qu'elle est préférable aux opalescences plus ou moins fortes. La réaction-limite est à $\frac{1}{2000000}$.

» Les dilutions d'alcaloïdes, de créatinine, de xanthine, d'albumine, de peptone, de pepsine, de produits de sécrétion, de cultures sur agar des différentes bactéries pathogènes, en un mot la plupart des produits végétaux ou animaux de *nature azotée* donnent l'opalescence à des dilutions qui varient pour chacun d'eux : *toutefois, l'urée et les urates ne donnent pas d'opalescence*.

» L'albumine de l'œuf et les peptones à $\frac{1}{20000}$ dans l'eau, la créatinine à $\frac{1}{1000}$, la xanthine à $\frac{1}{5000}$, la pepsine à $\frac{1}{50000}$, les alcaloïdes à $\frac{1}{800000}$ donnent l'opalescence-étalon. Elle est fournie également par les albumines urinaires; si celles-ci sont d'origine alimentaire, elles n'exigent qu'une dilution voisine de celle de l'albumine de l'œuf, des peptones et de la pepsine $\frac{1}{20000}$ à $\frac{1}{50000}$; si les albumines urinaires sont liées à l'existence d'affections infectieuses intercurrentes chez des sujets sains, elles peuvent exiger des dilutions à $\frac{1}{140000}$ et même $\frac{1}{400000}$.

» J'ai tiré de ces différentes constatations une méthode d'examen des urines, qui consiste à en faire des dilutions successives pour arriver à l'opalescence-étalon : *L'urine normale*, chez un *sujet bien nourri*, donne l'opalescence de $\frac{1}{30}$ à $\frac{1}{50}$. Dans l'inanition, le taux de dilution s'abaisse et peut tomber au-dessous de $\frac{1}{10}$. Dans les affections fébriles et infectieuses, chez les individus *surmenés* ou *suralimentés* en *aliments azotés*, dans la plupart des affections générales fébriles, infectieuses, dans beaucoup d'affections afébriles, notamment dans celles qui résultent d'un mauvais fonctionnement du foie, le taux de dilution de l'urine s'élève au-dessus de $\frac{1}{50}$ et peut atteindre $\frac{1}{100}$ et même $\frac{1}{200}$. Dans les albuminuries infectieuses, le taux élevé de dilution urinaire est en partie dû à la présence de l'albumine et diminue après précipitation et filtration de cette albumine. La différence entre les coefficients de dilution de l'urine, avant et après précipitation de l'albumine, sert à établir le coefficient de dilution qui correspond à la présence de l'albumine et permet d'obtenir le coefficient de dilution corres-

pondant à 1^{gr} de cette albumine. On arrive ainsi à avoir une *connaissance qualitative de l'albumine urinaire,* déduite de la connaissance du poids de l'albumine par litre et du coefficient de dilution qui correspond à la présence de ce poids d'albumine dans l'urine. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'orthoxy-phénoxy-acétone.* Note de M. **Charles Moureu**, présentée par M. Henri Moissan.

« Il a été démontré, dans une précédente Note ([1]), que l'orthoxy-phénoxy-acétal $C^6H^4\begin{cases} \overset{(1)}{O} - CH^2 - CH\begin{cases} OC^2H^5 \\ OC^2H^5 \end{cases} \\ \underset{(2)}{OH} \end{cases}$, pouvait perdre de l'alcool par l'action de la chaleur, avec formation d'un corps neutre, insoluble dans les alcalis, l'éthoxyléthane-pyrocatéchine $C^6H^4\begin{cases} O - CH^2 \\ \quad\;\; | \\ O - CH - OC^2H^5 \end{cases}$, et que l'hydrolyse de ce dernier composé donnait naissance à l'orthoxy-phénoxylaldéhyde $C^6H^4\begin{cases} O - CH^2 - CHO\,(1) \\ OH\,(2) \end{cases}$. La présente Communication a pour objet de montrer que ces deux réactions sont susceptibles de généralisation.

» L'orthoxy-phénoxy-acétone $C^6H^4\begin{cases} O - CH^2 - CO - CH^3\,(1) \\ OH\,(2) \end{cases}$ prend naissance quand on chauffe au bain-marie bouillant l'acétone monochlorée avec de la pyrocatéchine monosodée.

» Ce corps se présente sous la forme de longues et fines aiguilles blanches, légères, brillantes, fusibles à 98°-99°. Il est peu soluble dans l'eau froide, beaucoup plus soluble dans l'eau bouillante, soluble dans l'alcool et dans l'éther. Il distille sans décomposition à 169°-170° sous une pression de 46^{mm} de mercure. Il est à peine et très lentement entraînable par la vapeur d'eau.

» Le chlorure ferrique ne donne avec l'orthoxy-phénoxy-acétone aucune coloration, ni en solution aqueuse, ni en solution alcoolique. Le corps ne se combine pas au bisulfite de soude; mais il réduit, très lentement à froid et immédiatement à chaud, le nitrate d'argent ammoniacal, avec apparition d'un miroir d'argent.

([1]) Ch. Moureu, *Comptes rendus,* 6 juin 1898.

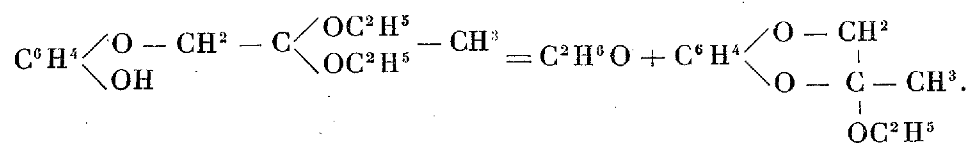
» L'éther acétique $C^6H^4\langle {O - CH^2 - CO - CH^3 \ (1) \atop O - CO - CH^3 \ (2)}$ est un sirop très épais, qui distille entre 176° et 180° ($H = 19^{mm}$).

» La phénylhydrazone $C^6H^4\langle {O - CH^2 - C(=Az^2HC^6H^5) - CH^3 \atop OH}$ fond à 113°.

» L'oxime $C^6H^4\langle {O - CH^2 - C(=AzOH) - CH^3 \atop OH}$ cristallise dans un mélange de ligroïne et de benzène en petits prismes fondant à 76°-77°.

» L'acétal diéthylique $C^6H^4\langle {\overset{(1)}{O} - CH^2 - C\langle {OC^2H^5 \atop OC^2H^5} - CH^3 \atop \underset{(2)}{OH}}$ prend naissance dans l'action de l'éther orthoformique naissant $H - C \equiv (OC^2H^5)^3$ sur l'orthoxy-phénoxy-acétone; il se forme en même temps du formiate d'éthyle; quant à l'éther orthoformique naissant, il est produit par la réaction sur l'alcool absolu du chlorhydrate d'éther imidoformique $H - C\langle {\!/\!/ Az \atop OC^2H^5}$ HCl de M. Pinner (¹).

» Le produit n'a d'ailleurs pas été isolé à l'état de pureté, n'étant pas distillable sans décomposition; mais j'ai obtenu la méthyléthoxyl-éthane-pyrocatéchine, qu'il engendre, avec perte d'alcool, quand il est soumis à l'influence de la chaleur :



$$\underbrace{C^6H^4\langle {O - CH^2 - C\langle {OC^2H^5 \atop OC^2H^5} - CH^3 \atop OH}}_{\text{Diéthoxyl-orthoxy-phénoxy-acétone.}} = C^2H^6O + \underbrace{C^6H^4\langle {O - CH^2 \atop O - C(OC^2H^5) - CH^3}}_{\text{Méthyl-éthoxyl-éthane-pyrocatéchine.}}$$

» Voici d'ailleurs comment il convient d'opérer :

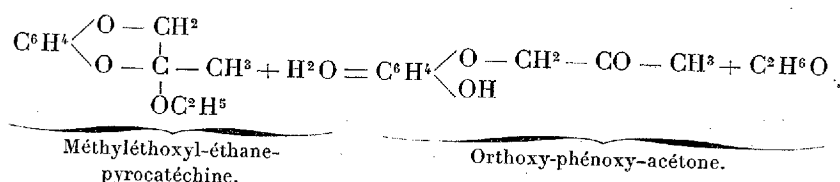
» A la solution d'orthoxy-phénoxy-acétone (1 molécule) dans l'alcool absolu (5 parties), on ajoute peu à peu le chlorhydrate d'éther imidoformique (1^{mol}, 25). Après dix jours de contact, pendant lesquels on a eu soin d'agiter fréquemment, on ajoute 2 volumes d'éther, on sépare par filtration le chlorhydrate d'ammoniaque, et l'on verse la liqueur dans un excès d'eau; la couche éthérée est lavée à l'eau, séchée sur le chlorure de calcium et distillée. On recueille, entre 130° et 145° ($H = 18^{mm}$), une huile qui se

(¹) M. Claisen a montré récemment que l'éther orthoformique naissant réagissait sur les acétones en donnant les acétals $[- C(OC^2H^5)^2 -]$ correspondants (*Berichte*, 1898).

solidifie en partie par le refroidissement et qui est constituée par un mélange d'acétone restée intacte et de méthyl-éthoxyl-éthane-pyrocatéchine. Ce produit huileux est soumis à l'action de la vapeur d'eau; la substance entraînée, mise en solution dans l'éther, est lavée à la soude étendue, séchée sur le chlorure de calcium et distillée.

» La méthyl-éthoxyléthane-pyrocatéchine distille à 124°-125° ($H = 15^{mm}$). C'est une huile incolore, inodore, neutre, insoluble dans les alcalis, ayant pour densité, à 0°, 1,1271; elle est entraînable par la vapeur d'eau.

» Si l'on chauffe ce corps à reflux, pendant vingt-quatre heures avec de l'acide sulfurique dilué, l'huile disparaît et est remplacée, après refroidissement, par une belle cristallisation en aiguilles blanches d'orthoxy-phénoxy-acétone, fusibles à 98°-99°. Voici l'équation qui rend compte de cette réaction :



» Le corps, en effet, est en réalité un acétal d'un genre particulier; l'une des deux fonctions éther-oxyde, fixées sur le carbone-acétonique $\left(-\overset{|}{\underset{|}{C}} - CH^3\right)$, est de nature alcoolique ($- OC^2H^5$), et la seconde de nature phénolique. Les acides étendus doivent donc l'hydrolyser et donner naissance à l'acétone correspondante.

» La méthyléthoxyl-éthane-pyrocatéchine distille sous la pression normale entre 233° et 237°. Le produit, pur avant cette distillation, est maintenant impur; il fixe, en effet, de petites quantités de brome, indice de la présence d'un corps non saturé. J'ai pu obtenir ce dernier composé, ainsi que je me propose de l'indiquer prochainement. »

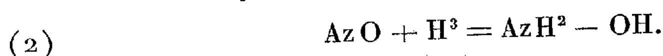
CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une synthèse de l'hydroxylamine* (¹).
Note de M. **Ad. Jouve**, présentée par M. E. Grimaux.

« L'hydrogène et le bioxyde d'azote réagissent l'un sur l'autre en présence de la mousse de platine suivant la réaction bien connue


(1) $$AzO + 5H = AzH^3 + H^2O.$$

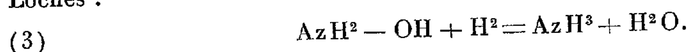
(¹) Laboratoire de M. A. Colson, à l'École Polytechnique.

» J'ai observé que, dans certaines conditions, la réaction est celle-ci :



(2) $$AzO + H^3 = AzH^2 - OH.$$

» Pour réaliser cette expérience, on dispose un tube rempli de mousse de platine ou mieux de ponce platinée, dans un bain de vaseline pouvant être chauffé. On remplit préalablement tout l'appareil de bioxyde d'azote sec, puis on envoie bulle à bulle un mélange bien sec des deux gaz, dans les proportions indiquées par l'équation (2), en ayant soin de toujours avoir un léger excès de bioxyde, car un excès d'hydrogène détruit toute l'hydroxylamine, à chaud, comme l'ont montré MM. V. Meyer et Loches :



(3) $$AzH^2 - OH + H^2 = AzH^3 + H^2O.$$

» A l'instant où le mélange des deux gaz remplit tout l'appareil, on chauffe à 100° et l'on fait monter la température jusqu'à 115°-120° le plus lentement possible.

» On recueille les produits de la réaction dans un barboteur à acide chlorhydrique étendu.

» Il faut éviter toute action rapide ou toute élévation brusque de température qui amènerait la formation d'ammoniaque suivant (1). D'ailleurs, cette réaction (1) a toujours lieu et, quand elle devient totale, la mousse devient incandescente, par suite de la grande exothermicité de la réaction.

» Quand l'expérience est terminée, on évapore à sec la solution acide du barboteur après saturation par l'ammoniaque de l'excès d'acide.

» On obtient ainsi un mélange de chlorhydrate d'ammoniaque et de chlorhydrate d'hydroxylamine, que j'ai séparé par l'action de l'alcool absolu bouillant, qui ne dissout sensiblement que le sel d'hydroxylamine.

» Plusieurs cristallisations dans l'alcool donnent ce sel très pur, mais en très petite quantité, le rendement étant très mauvais (1 à 2 pour 100 environ), soit parce que les gaz passent sans réagir, soit parce que la réaction (1) prédomine, soit parce que la réaction (3) se produit.

» Le chlorhydrate d'hydroxylamine a été caractérisé comme suit :

» 1° Propriétés réductrices en liqueur alcaline : sels d'or et de mercure, avec le sulfate de cuivre, précipité d'oxyde cuivreux ;

» 2° Dosage par la liqueur de Fehling ;

» 3° Dosage d'azote en volume :

	Trouvé.	Calculé.
Az	$14^{cc},3$	$14^{cc},42$

pour un poids de sel correspondant à $0^{gr},0427$ d'hydroxylamine libre.

» En résumé, la réaction (2) n'est qu'une phase intermédiaire de l'action du bioxyde d'azote sur l'hydrogène.

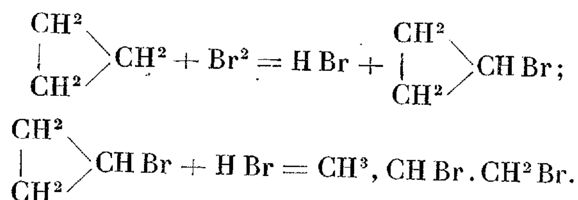
» Je signalerai qu'avant d'employer la mousse de platine j'avais essayé la réaction de ces deux gaz dans l'appareil à effluves de M. Berthelot ; mais

je n'ai obtenu que de très petites quantités d'un sel qui m'a cependant donné la réaction de l'hydroxylamine sur le sulfate de cuivre, c'est-à-dire la précipitation de l'oxyde cuivreux, la quantité de produit étant trop faible pour une plus grande identification. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la pureté du triméthylène préparé par l'action de la poudre de zinc et de l'alcool sur le bromure de triméthylène.* Note de M. G. **Gustavson**, présentée par M. Friedel.

« MM. A. Wolkoff et B. Menchoutkine affirment, dans leur dernier travail ([1]), que le triméthylène préparé par ma méthode contient de 13 à 39,5 pour 100 de propylène ordinaire, ces chiffres étant déduits des quantités de bromure de propylène trouvées dans le brome après le passage des gaz.

» Or j'ai trouvé que le triméthylène privé de propylène par l'action du brome donne toujours, avec le brome, des quantités bien appréciables de bromure de propylène, la réaction étant accomplie dans les deux phases :



$$\begin{matrix}CH^2\\|\\CH^2\end{matrix}\!\!>CH^2 + Br^2 = HBr + \begin{matrix}CH^2\\|\\CH^2\end{matrix}\!\!>CHBr;$$

$$\begin{matrix}CH^2\\|\\CH^2\end{matrix}\!\!>CHBr + HBr = CH^3, CHBr.CH^2Br.$$

» Il résulte de là que, en trouvant le bromure de propylène dans le brome qui était traversé par le triméthylène, on ne peut pas conclure, partant de ce fait, à la présence de propylène dans le triméthylène, ce dernier donnant toujours, à côté du bromure de triméthylène, le bromure de propylène.

» Pour trancher la question, j'ai tâché de préparer le bromure de triméthylène exempt de bromure de propylène qui reste toujours en traces dans le premier, malgré les distillations répétées. Je me suis proposé d'examiner l'action du permanganate de potasse sur le triméthylène obtenu par ma méthode, mais en partant du bromure de triméthylène pur. Ayant pris en considération que le bromure de propylène se décompose bien plus facilement, par l'action de la poudre de zinc et de l'alcool, que le bromure de triméthylène, j'ai appliqué une sorte de méthode de décomposition frac-

([1]) *Journal de Soc. chim. russe,* t. XXX, p. 559. *Berichte d. Deutschen Chem. Ges.,* t. XXXI, p. 3067.

tionnée pour purifier le bromure de triméthylène. Ayant dissous, dans l'alcool à 95 pour 100, 120^{gr} de bromure de triméthylène bouillant à 164°,5-165°, j'ai additionné cette dissolution de 20^{gr} de poudre de zinc seulement, et, ayant fait dégager 4^{lit} de gaz, j'ai séparé, à l'aide de l'eau, le bromure de triméthylène qui était resté dans la fiole en dissolution alcoolique. Ce bromure bout à $165^{\circ}\frac{1}{4}$ à la pression de 755^{mm}. Densité $= 2,017$ à $\frac{0^{\circ}}{0^{\circ}}$; $1,987$ à $\frac{17^{\circ},5}{0^{\circ}}$. Étant décomposé par la poudre de zinc et l'alcool, le bromure a donné du triméthylène qui, restant plusieurs jours en contact avec une solution de permanganate de potasse très diluée, n'a pas réduit ce dernier. J'ai observé seulement que la coloration violette du permanganate a pris une teinte légèrement rouge. Je crois qu'on peut conclure de ces faits qu'il ne se forme pas de propylène par l'action de la poudre de zinc et de l'alcool sur le bromure de triméthylène.

» Si l'on prépare le triméthylène par ma méthode avec du bromure de triméthylène ordinaire, mais bien fractionné et bouillant à 164°,5-165°, on peut obtenir aussi le gaz presque tout à fait exempt de propylène. Il faut seulement pour cela rejeter les premières portions du gaz contenant de préférence du propylène et ne recueillir que les suivantes; c'est ce qu'on fait du reste toujours pour obtenir des gaz exempts d'air. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la recherche de l'alcool méthylique dans les liqueurs spiritueuses. Présence de cet alcool dans les eaux-de-vie de marc.* Note de M. **A. Trillat**, présentée par M. A. Gautier.

« J'ai indiqué, il y a peu de temps ([1]), un procédé permettant de reconnaître la présence de l'alcool méthylique dans l'alcool éthylique. Il consiste à condenser les produits d'oxydation de l'alcool avec de la diméthylamine et à oxyder la base obtenue. La présence du méthylène se révèle par une coloration bleue intense due à la formation du benzhydrol tétraméthylé. Je faisais remarquer que des essais étaient en cours dans le but d'appliquer cette méthode à la recherche de l'alcool méthylique et, par suite, de l'alcool dénaturé, dans les liqueurs et boissons spiritueuses.

» Outre le point de vue analytique ayant pour objet de reconnaître l'emploi frauduleux de l'alcool dénaturé dans la fabrication des liqueurs, il était intéressant de savoir si certaines liqueurs non composées, telles que le rhum, les cognacs et eaux-de-vie de marc, pouvaient contenir de

([1]) *Comptes rendus*, juillet 1898.

l'alcool méthylique à l'état naturel. La recherche de l'alcool méthylique à l'état naturel dans les rhums a fait l'objet de plusieurs travaux, les uns négatifs, les autres affirmatifs. D'autre part, Gutreit ([1]) a signalé la présence de l'alcool méthylique dans plusieurs fruits d'ombellifères, et Maquenne, de son côté, a trouvé des quantités notables d'alcool méthylique dans des plantes parentes de la canne à sucre, telles que le maïs ([2]).

» La méthode que j'ai antérieurement décrite, et qui ne s'applique qu'à l'alcool éthylique, a été depuis simplifiée ([3]). Les spiritueux du commerce peuvent contenir des essences, des éthers et des matières colorantes susceptibles d'entraver les réactions de l'analyse. Il était nécessaire d'examiner chaque liqueur au point de vue de la présence de groupes méthylés pouvant, par décomposition, régénérer des dérivés du méthane. Dans ce but, j'ai fractionné les liqueurs examinées, et chaque fractionnement a été soumis à des recherches appropriées. J'ai reconnu que certaines d'entre elles fournissaient des réactions colorées qu'il était nécessaire de faire disparaître.

» *Mode opératoire.* — 50^{cc} de la liqueur à essayer sont additionnés de 50^{cc} d'eau et de 8^{gr} de chaux. On fractionne dans un ballon surmonté d'un appareil à boules, et l'on recueille les quinze premiers centimètres cubes. On étend à 150^{cc} et l'on ajoute 15^{gr} de bichromate de potasse et 70^{cc} d'acide sulfurique au $\frac{1}{5}$. On distille après une heure de contact. La condensation du produit avec la diméthylaniline et l'oxydation de la base qui en résulte sont effectuées comme je l'ai déjà décrit.

» L'application de la méthode pour la recherche de l'alcool méthylique dans les boissons spiritueuses ne diffère de celle qui a trait à sa recherche dans l'alcool éthylique que par le traitement à la chaux.

» Dans le cas d'une liqueur d'absinthe et, en général, des liqueurs qui précipitent par addition d'eau, on en prélève 50^{cc} que l'on additionne d'une égale quantité d'eau et de 2^{gr} à 3^{gr} de chaux éteinte. On filtre sur du noir animal bien lavé et le liquide limpide et décoloré est soumis à la distillation comme précédemment.

» J'ai appliqué cette méthode à un grand nombre de liqueurs très répandues : rhum, arac, kirsch, absinthe, eaux-de-vie de marc et de lies, cognacs, etc. Dans une première série d'essais, je me suis procuré des types authentiques de ces diverses liqueurs, et, comme contrôle, je les ai comparées avec ces mêmes types additionnés de $0^{cc},5$ d'alcool méthylique.

([1]) *Annalen der Chemie*, t. CLXXVII, p. 344 (1875).
([2]) *Comptes rendus*, t. CI, p. 1067 (1885).
([3]) *Bulletin de la Société chimique*, t. XIX, p. 984 (1898).

» Dans une deuxième série, j'ai examiné les liqueurs vendues à bon marché.

» Dans le premier cas, je n'ai pas reconnu la présence d'alcool méthylique. Dans le deuxième cas, au contraire, j'ai constaté que plusieurs échantillons, notamment les absinthes, les kirschs et les rhums, contenaient, d'après l'évaluation de l'alcool méthylique trouvé, de 5 à 15 pour 100 d'alcool dénaturé ajouté frauduleusement.

» Dans le but d'élucider la question de la présence de l'alcool méthylique dans certaines liqueurs non composées, j'ai fait une étude spéciale des rhums, eaux-de-vie de marc ou de lies, ainsi que des cognacs.

» Des échantillons authentiques de rhums de la Jamaïque et de la Martinique et des cognacs à des degrés plus ou moins variés d'éthérification ont été soumis à un examen attentif et comparés avec des échantillons correspondants, contenant $\frac{1}{500}$ d'alcool méthylique. Aucun d'eux n'a permis de conclure à la présence, même de traces, d'alcool méthylique; au contraire, les échantillons de comparaison donnaient abondamment la coloration bleue de l'hydrol. Ces résultats corroborent donc complètement les observations de M. Prinsen Geerligs [1].

» Par contre, j'ai trouvé qu'un certain nombre d'eaux-de-vie de marc authentiques contenaient de l'alcool méthylique dans une proportion évaluée à 0,25 pour 100 environ.

» Cette constatation est intéressante et son application permettrait de classer les eaux-de-vie de marc.

» Le fait que les eaux-de-vie de marc ne contenaient pas toutes de l'alcool méthylique démontre que celui-ci ne s'y trouve pas nécessairement. Peut-être pourrait-on attribuer sa présence à une distillation défectueuse. Quoi qu'il en soit, je me propose d'en rechercher les causes. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *De la fermentation des saccharides.* Note de M. **E. Dubourg**, présentée par M. Duclaux.

« La plupart des levures alcooliques élaborent de la sucrase qu'on retrouve diffusée dans les divers liquides de culture; mais il en est d'autres qui n'ont aucune action inversive apparente : ensemencées dans une dissolution de saccharose, elles ne se développent pas et ne provoquent pas de fermentation.

---

(1) *Bulletin de l'Association des chimistes de sucrerie*, n° 11; 1898.

» On s'est demandé si la propriété non inversive de ces levures était absolue ou contingente; si ces ferments n'auraient pas simplement un pouvoir diastasique faible; c'est la solution de ce problème que me paraissent fournir les expériences qui suivent :

» Si l'on ensemence ces levures dans un liquide de culture, très riche en matière azotée (eau de levure à 25 pour 100), contenant 5 pour 100 de glucose et 5 pour 100 de saccharose, la fermentation est apparente dès le lendemain, grâce à la présence du premier sucre. Quatre jours après, non seulement tout le glucose a disparu, mais encore la plus grande partie du saccharose, et le sucre restant est complètement interverti.

» On peut suivre les étapes successives de l'inversion et l'influence des quantités croissantes de glucose en graduant les proportions de ce dernier sucre. Avec de très faibles quantités de glucose (moins de $0^{gr},5$ pour 100) le glucose seul disparaît, le saccharose n'est pas atteint; il fermente, sans inversion apparente, avec des quantités un peu plus grandes, et enfin il se transforme, comme dans l'expérience précédente, lorsque le glucose atteint 1,5 à 2 pour 100.

» Ces expériences rappellent celles où M. Bourquelot a fait fermenter du galactose en présence de glucose; mais il ne paraît pas nécessaire de faire intervenir ici l'hypothèse de l'entraînement pour expliquer les faits observés.

» On peut en effet mettre en évidence l'inversion du saccharose dans des conditions où cette action d'entraînement ne peut s'exercer.

» On fait développer une certaine quantité de ferment dans un liquide riche en matière azotée avec du glucose et avec du saccharose qui devra servir plus tard d'aliment exclusif à la levure. Quand la fermentation paraît terminée, on décante le liquide avec les précautions d'usage, on lave une ou deux fois avec de l'eau stérilisée, et l'on s'assure que les eaux de lavage ne donnent plus ni rotation ni réduction. Puis on verse sur la levure une solution nutritive de saccharose. Après vingt-quatre heures, tout le sucre est interverti, et la fermentation est en pleine activité.

» Le même phénomène a pu être observé avec d'autres saccharides ou des hexoses réputés difficilement fermentescibles, comme le galactose. On opère exactement comme ci-dessus, mais on remplace, dans la préparation préalable de la levure, le saccharose par le sucre à examiner.

» Tous les sucres étudiés, avec plusieurs espèces de levures, directement inversives ou non, ont fermenté dans ces conditions; seul, le lactose s'est toujours montré résistant. Le galactose, le raffinose, le tréhalose, qui ne fermentent pas, par ensemencement, avec toutes les levures, ont disparu plus ou moins complètement, avec formation d'alcool. J'ai obtenu

des résultats analogues avec le mélézitose et le sorbose; mais je me réserve d'y revenir.

» Le fait paraît donc général pour les levures et pourrait sans doute s'expliquer, comme on l'a déjà dit, par l'influence des alimentations azotée et hydrocarbonée. Cette forme de nutrition des ferments exalterait la sécrétion des diastases peu abondantes dans les conditions ordinaires. Avec ces levures particulièrement peu actives, il faut, en outre, une assez grande quantité de ferment.

» Avec le *Mucor alternans*, l'expérience fournit des résultats très différents. On ne réussit à faire disparaître, en culture massive, que les sucres qui fermentent par ensemencement; ce sont, par ordre de résistance : le tréhalose, le glucose, le maltose, le lévulose, le galactose. Le lactose, le raffinose et le saccharose ne fermentent pas. Le fait est connu depuis longtemps pour ce dernier saccharide.

» Il est intéressant de remarquer que les deux seuls saccharides (tréhalose et maltose) qui sont atteints par la moisissure donnent naissance, par hydrolyse, exclusivement à du glucose. Cette remarque s'applique également à l'amidon qui, *seul* des hydrates de carbone de son groupe, fermente aussi avec la Mucorinée. ».

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur un mode d'action du* Bacillus subtilis *dans les phénomènes de dénitrification* (1). Note de Mlle **A. Fichtenholz**, présentée par M. L. Guignard.

« En cherchant à se placer dans les conditions que réalisent les sols arables, les auteurs qui ont étudié la dénitrification par les bactéries ont utilisé des milieux nutritifs contenant à la fois de l'azote nitrique et de l'azote albuminoïde. J'ai réussi à cultiver, dans un milieu de composition connue et ne renfermant l'azote qu'à l'état d'azote nitrique, une bactérie très répandue et facile à isoler en culture pure, le *Bacillus subtilis* (Ehrenb.) Cohn.

» Dans ces conditions, la bactérie donne lieu à une production d'ammoniaque.

(1) Travail fait au laboratoire de Botanique de l'École de Pharmacie, sous la direction de M. Radais.

» Le milieu artificiel employé est le suivant :

Nitrate de potasse cristallisé.......	5gr
Phosphate de potasse............	1,25
Sulfate de magnésie cristallisé......	0,0125
Chlorure de calcium..............	0,0125
Glucose..........................	12,50
Eau............................	1000,00
Soude..........................	Quantité suffisante pour légère réaction alcaline.

» A la température de 38°-39° et avec une aération abondante, le *B. subtilis* se développe dans ce milieu avec ses caractères morphologiques normaux. Peu de temps après la formation du voile zoogléique, l'ammoniaque apparaît dans le liquide de fermentation. Les Tableaux qui suivent expriment numériquement la marche du phénomène, au moins dans les limites de temps où l'on a pu faire l'observation. Chaque série de dosages a été effectuée aux dépens d'une même fermentation. Les ballons de culture étaient disposés de telle sorte qu'on pût faire, avec asepsie, les prélèvements destinés à l'analyse.

TABLEAU I. — *Ballon n° 1, ensemencé le 10 janvier 1899 à 8h du soir.*

Dates des prélèvements :	14 janvier, 8h matin.	11h.	2h.	5h.	8h soir.
Réaction de la liqueur......	Neutre.	A peine alcaline.	Alcaline.	Alcaline.	Alcaline.
Poids d'ammoniaque pour 100cc de liqueur.........	0,0120	0,0134	0,0148	0,0156	0,0161
Gain d'ammoniaque par période de 3 heures........	»	0,0014	0,0014	0,0008	0,0005

TABLEAU II. — *Ballon n° 2, ensemencé le 10 janvier 1899 à 8h du soir.*

Dates des prélèvements :	23 janvier, 8h matin.	11h.	2h.	5h.	8h soir.
Réaction de la liqueur......	Alcaline.	Alcaline.	Alcaline.	Alcaline.	Alcaline.
Poids d'ammoniaque pour 100cc de liqueur..........	0,0370	0,0266	0,0224	0,0196	0,0168
Diminution d'ammoniaque par période de 3 heures...	»	0,0104	0,0042	0,0028	0,0028

TABLEAU III. — *Ballon n° 3, ensemencé le 10 janvier 1899 à 8h du matin.*

Dates des prélèvements :	17 janvier, 8h matin.	» 8h soir.	18 janvier, 8h matin.	» 8h soir.	19 janvier, 8h matin.	» 8h soir.	20 janvier, 8h matin.
Réaction de la liqueur..	Neutre.	Alcaline.	Alcaline.	Alcaline.	Alcaline.	Alcaline.	Alcaline.
Poids d'ammoniaque, pour 100cc de liqueur.	0,01509	0,01797	0,02372	0,03090	0,03564	0,03564	0,03370

Dates des prélèvements :	17 janvier, 8ʰ matin.	» 8ʰ soir.	18 janvier, 8ʰ matin.	» 8ʰ soir.	19 janvier, 8ʰ matin.	» 8ʰ soir.	20 janvier, 8ʰ matin.
Gain d'ammoniaque par période de 12 heures.	»	0,00288	0,00575	0,00718	0,00474	»	»
Diminution d'ammoniaque par période de 12 heures...........	»	»	»	»	»	0,0	0,00194

TABLEAU IV. — *Ballon n° 4, ensemencé le 5 janvier 1899 à 11ʰ du matin.*

Dates des prélèvements :	10 janvier, 11ʰ matin.	11 janvier, 11ʰ.	12 janvier, 11ʰ.	13 janvier, 11ʰ.	14 janvier, 11ʰ.	15 janvier, 11ʰ.	16 janvier, 11ʰ.
Réaction de la liqueur..	Acide.	Acide.	A peine acide.	Neutre.	Alcaline.	Alcaline.	Alcaline.
Poids d'ammoniaque, pour 100ᶜᶜ de liqueur.	0,0	0,00514	0,01152	0,02680	0,04320	0,03900	0,03900
Gain d'ammoniaque par période de 24 heures.	»	0,00514	0,00638	0,01528	0,01640	»	»
Diminution d'ammoniaque par période de 24 heures...........	»	»	»	»	»	0,0042	0,00

» Les expériences qui précèdent conduisent aux conclusions suivantes :

» 1. En présence de l'air et à une température de 38°-39°, le *Bacillus subtilis* peut se développer dans un milieu nutritif artificiel où l'azote n'existe qu'à l'état d'azote nitrique;

» 2. Dans ces conditions, on obtient une fermentation ammoniacale;

» 3. La quantité d'ammoniaque formée varie avec les différentes phases de la fermentation. Dans l'ensemble, la production, nulle dans les premières heures, s'accroît et passe par un maximum pour décroître ensuite.

» Si l'on considère seulement la période ascensionnelle de formation d'ammoniaque, on peut, des Tableaux I, III et IV, déduire le Tableau suivant :

Prélèvements faits par périodes égales de :	Poids moyen du gain d'ammoniaque par 100ᶜᶜ de liqueur et pour une période de fermentation de : 3 heures.	12 heures.	24 heures.
3 heures........	0,00102	»	»
12 heures........	0,00128	0,00514	»
24 heures........	0,00135	0,00540	0,01080

» Ce Tableau montre l'influence retardatrice exercée par la fréquence des prélèvements. Il est à présumer que la dislocation du voile est la principale cause du retard.

» Quelle est l'origine de l'ammoniaque ainsi formée? Frankland [1], qui en a obtenu la production dans l'action du *B. subtilis* sur un milieu nitraté additionné de peptone, conclut à la formation de l'ammoniaque aux dépens de ce dernier corps. Cette origine faisant défaut dans mes expériences, il y a lieu de penser qu'il s'agit d'une réduction du nitrate.

» Les traces d'azote albuminoïde qui pourraient exister comme impuretés dans la liqueur ne suffiraient pas à expliquer une quantité d'ammoniaque assez considérable pour dépasser, dans certains cas, en poids d'azote, la moitié de celui du nitrate mis en expérience.

» Comment le nitrate est-il consommé ? C'est une question sur laquelle je reviendrai ultérieurement. Mais on peut, dès à présent, remarquer que, dans un sol aéré et dans les conditions de température élevée qui se trouvent si fréquemment réalisées par les fermentations des fumiers, l'azote nitrique peut, sous l'action du *Bacillus subtilis*, passer à l'état d'azote ammoniacal. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Le parasitisme des levures, dans ses rapports avec la brûlure du Sorgho.* Note de M. **Radais**, présentée par M. Guignard.

« Les tissus des divers organes du Sorgho sucré peuvent, dans certaines conditions qui ne paraissent pas encore parfaitement connues, devenir le siège d'une production intense d'un pigment rouge qui les imprègne. Les cellules meurent et deviennent friables : c'est la maladie du Sorgho brûlé (*Sorghum blight, Hirsebrand*).

» Cette maladie est signalée d'abord en Italie par Palmeri et Comes [2], qui en attribuent la cause au développement de Saccharomycètes et de Bactéries. Plus tard, en Amérique, Burril (1887) étudie de nouveau la brûlure et, après avoir isolé des tissus malades une bactérie sporifère, tente, avec peu de succès d'ailleurs, des expériences d'infection sur plantes saines. Kellermann et Swingle [3] obtiennent des résultats plus probants et concluent au parasitisme du *Bacillus Sorghi* Burril. Enfin,

---

(1) *The action of some specific microorganisms on nitric acid* (*Journ. of chem. Society*, t. LIII, p. 373; 1888).

(2) *Notizie preliminari sopra alcuni fenomeni di fermentazione del Sorgo saccarino vivente* (*Accad. d. Sc. fis. e mat. di Napoli*, fasc. 12; 1883).

(3) *Report of Bot. Depart. of the Kansas Stat. agricult. Coll.*; 1888.

récemment, F.-F. Bruyning (¹) contredit les affirmations des auteurs précédents et place la maladie du Sorgho, sans preuves d'infection à l'appui, sous la dépendance exclusive de deux nouvelles bactéries chromogènes qu'il isole des tissus malades.

» La présente Note est l'exposé succinct d'expériences propres à démontrer que les phénomènes de brûlure du Sorgho peuvent avoir pour cause le développement parasitaire de levures dans les tissus de la plante.

» Des tiges de Sorgho brûlé, provenant d'Algérie (²), ont servi de point de départ pour ces recherches. Par l'examen microscopique direct, on met en évidence, dans les cellules et dans les méats intercellulaires de la tige, une petite levure ovoïde, bourgeonnante, de $1^{\mu},5$ sur $2^{\mu},5$ en moyenne. Cette levure a pu être isolée à l'état pur. Les premières cultures ont été obtenues en ensemençant, dans du bouillon de bœuf glucosé, le suc rouge et les fragments de cellules prélevés purement, au centre d'une section fraîche de tige, pratiquée avec un scalpel flambé. De multiples isolements ultérieurs, au moyen des boîtes de Petri au bouillon sucré gélatinisé, ont donné, à l'exclusion de tout autre organisme, des colonies blanches formées par une levure morphologiquement identique à celle qui avait été observée dans le Sorgho malade.

» Cette levure se cultive bien dans les milieux sucrés (glucose ou saccharose). Ensemencée dans le moût de raisin, elle se montre ferment alcoolique faible, le pouvoir ferment s'accroissant d'ailleurs légèrement par une série de réensemencements sur le même milieu. Cultivée en surface sur carotte, sur pomme de terre, sur divers milieux sucrés solidifiés par la gélatine ou la gélose, la levure croît lentement en colonies blanches, crémeuses. Mes essais pour obtenir des ascospores ayant été infructueux, je ne puis, quant à présent, ranger cette levure parmi les *Saccharomyces* vrais.

» Cet organisme peut-il se développer dans les tissus du Sorgho sain et y provoquer l'apparition des symptômes de la brûlure? Les expériences suivantes prouvent qu'il en est ainsi, au moins pour la tige de la plante.

» Des plants de Sorgho sucré, provenant de semis de graines et cultivés en serre chaude, ont été inoculés avec des cultures pures de la levure isolée du Sorgho d'Algérie atteint de brûlure. Toutes les précautions d'asepsie ont été prises pour éviter l'introduction de microbes étrangers dans la plaie. Dans tous les cas, la levure s'est développée et multipliée dans les méats et à l'intérieur des cellules non blessées par l'aiguille à injection jusqu'à une distance de 10^{mm} à 15^{mm} au-dessus et au-dessous du point d'inoculation. L'aspect microscopique est celui qu'on observe dans les tissus des Sorghos spontanément infectés; de même aussi, la lésion est rendue visible par la coloration rouge du parenchyme et des faisceaux libéroligneux. Ces derniers drainent

---

(¹) *La brûlure du Sorgho*, etc., *et les bactéries qui la provoquent* (*Arch. Néerland.*, 4ᵉ et 5ᵉ livr., p. 297-330; 1898).

(²) Ces tiges ont été envoyées au laboratoire de Botanique de l'École de Pharmacie par M. le professeur Trabut. M. le professeur Guignard a eu l'obligeance de m'en confier l'examen.

la matière colorante dans toute la longueur de l'entrenœud, bien au delà de la région infectée, de sorte que l'apparition du pigment en un point du tissu n'est pas un signe certain de la présence du parasite en ce point. Les faisceaux et le parenchyme coloré qui les entoure immédiatement sont, à la périphérie de la tige, visibles par transparence à l'intérieur et figurent les longues traînées rouges superficielles que l'on observe dans la brûlure spontanée du Sorgho.

» Dans ces expériences, des isolements du parasite aux dépens de la moelle attaquée ont montré, pour contrôle, que la levure parasite était celle dont les cultures avaient servi de point de départ.

» Il est probable que la réserve sucrée des cellules du Sorgho constitue l'aliment principal du parasite. Malheureusement, le volume restreint et surtout difficile à délimiter des portions de tissu infecté n'a pas permis d'apprécier, à ce point de vue, les changements apportés par le parasitisme dans la composition chimique de la plante.

» D'autres levures peuvent-elles produire chez le Sorgho de semblables phénomènes de parasitisme? Les expériences suivantes répondent par l'affirmative.

» Des inoculations dans la tige de Sorghos sains ont été faites aseptiquement, au moyen de cultures pures d'une levure de vin [levure ronde de Champagne (Bouzy)]. Le parasitisme s'est affirmé dans les mêmes conditions que précédemment, la levure se développant dans les méats et dans les cellules de la moelle de la tige avec production concomitante du pigment rouge caractéristique, drainé par les faisceaux dans tout l'entrenœud.

» Il est d'observation courante qu'un traumatisme, exercé sur les tissus du Sorgho, développe autour du point lésé une coloration rouge. Il importait de préciser, dans les expériences précédentes, le rôle de la lésion locale provoquée par l'aiguille à inoculation.

» Des piqûres aseptiques dans la moelle de la tige de Sorghos sains ont été pratiquées dans des conditions identiques à celles des essais d'inoculation. Le liquide d'ensemencement seul faisait défaut. Le pigment apparaît dans les cellules blessées; mais il est peu abondant et rigoureusement localisé à la blessure. La quantité de matière colorante ainsi produite ne peut être drainée par les faisceaux et se propager au delà du point précis de la lésion. L'expérience montre toutefois que la propriété chromogène appartient aux cellules blessées du Sorgho et non au parasite.

» Des faits précédents on peut conclure :

» 1° Que des levures peuvent se développer dans les cellules vivantes du Sorgho;

» 2° Que le parasitisme de ces levures peut provoquer une coloration rouge intense des tissus de la plante. Cette coloration est la même que

celle qu'on observe dans la maladie du Sorgho dite de la *brûlure*. La production pigmentaire appartient à la cellule lésée et le parasite n'y prend part que par la lésion même qu'il produit.

» Ces résultats confirment l'ancienne hypothèse de Palmeri et Comes qui, observant des phénomènes de fermentation du jus rouge de la moelle des Sorghos brûlés, en avaient conclu à l'action parasitaire de Saccharomycètes, sans en donner la preuve expérimentale.

» Les mêmes faits ne sont pas d'ailleurs en contradiction avec les expériences de Burrill, Kellermann et Swingle. On comprend en effet que, la coloration rouge étant le résultat d'une fonction chromogène propre aux cellules lésées de la plante, divers parasites, levures ou bactéries, puissent, en se développant dans les tissus, y provoquer, par une lésion continue, une quantité notable de pigment.

» Par contre, il faut faire toutes réserves au sujet des conclusions de Bruyning qui, attribuant aux bactéries elles-mêmes la fonction chromogène, refuse à tout microrganisme dépourvu de cette fonction, en dehors de la plante attaquée, le pouvoir de provoquer les phénomènes de brûlure du Sorgho. »

MINÉRALOGIE. — *Explication des macles obtenues par action mécanique.* Note de M. **Fréd. Wallerant**, présentée par M. Fouqué.

« M. Liebisch a proposé une théorie des macles obtenues par action mécanique; il admet que, dans cette déformation, chaque point du cristal éprouve une translation proportionnelle à sa distance à un plan, le plan de glissement, et parallèle à une droite fixe de ce plan. En réalité, cette façon de concevoir le phénomène ne s'applique qu'aux déformations de corps isotropes ou des figures géométriques, telles que le réseau d'un corps cristallisé; elle ne permet nullement d'expliquer comment il se fait que la particule complexe se trouve, après la transformation, dans une position symétrique par rapport au plan de glissement de celle qu'elle occupait primitivement. Aussi admet-on généralement que le réseau éprouve la déformation indiquée par M. Liebisch et que la particule complexe tourne de 180° autour d'un axe perpendiculaire au plan de glissement. Mais, outre qu'il est surprenant que les particules complexes, étant à 180° de leur position d'équilibre, ne se trouvent pas, par cela même, en dehors des limites de stabilité, il ne faut pas oublier que cette rotation ne

les amène dans une position symétrique, par rapport au plan de glissement, que si elles possèdent un centre; or, dans la pyrargyrite, on observe des macles produites par action mécanique, quoique sa particule complexe ne possède pas de centre. L'explication proposée, en admettant qu'elle fût exacte dans certains cas, ne serait donc pas générale.

» Au contraire, des considérations que j'ai exposées dans une Note précédente sur l'origine des macles se déduit une explication très simple des macles obtenues par action mécanique.

» Considérons, en effet, un plan réticulaire du réseau dont les nœuds coïncident avec les centres de gravité des particules complexes, et soient OA une rangée conjuguée de ce plan, OA′ la droite symétrique de OA par rapport à la normale au plan. Faisons subir au réseau la déformation indiquée par M. Liebisch, le plan réticulaire étant le plan de glissement et de telle sorte que OA vienne coïncider avec OA′. Deux cas peuvent se présenter : dans le premier, le plan réticulaire est un plan de symétrie du réseau qui se retrouve en coïncidence avec lui-même; dans le second, le plan réticulaire est un plan quelconque, et, après la déformation, le réseau occupe une position symétrique par rapport au plan de sa position primitive. Or, si, dans la déformation, les particules complexes, *possédant un plan-symétrie parallèle au plan réticulaire,* éprouvent une simple translation égale et parallèle à celle de leur centre de gravité, dans le premier cas, le réseau et les particules auront même orientation après la déformation qu'avant celle-ci, et il en sera de même du corps cristallisé. C'est le cas observé par M. Mügge dans le gypse, où l'on peut déterminer des glissements parallèles à g^1 avec translation parallèle, soit à l'axe vertical, soit à une droite perpendiculaire, sans modifier l'orientation du cristal.

» Dans le second cas, au contraire, après la déformation, le réseau et les particules possèdent une orientation symétrique par rapport au plan de glissement de leur orientation primitive; il en est, par suite, de même du cristal. Dans ce dernier cas, il n'est pas nécessaire que la particule possède réellement un plan de symétrie : il suffit qu'elle possède un plan de symétrie limite. Alors, en effet, elle possède des éléments de symétrie limites, symétriques par rapport à ce plan de ceux qu'elle possède réellement. Après la translation, ce sont les éléments de symétrie limites qui coïncident avec les éléments de symétrie du réseau; les particules fondamentales constituant la particule complexe ne se trouvent donc pas dans une position d'équilibre, mais elles s'en trouvent très près; il se pourra que l'écart entre leur position et la position d'équilibre soit inférieur à celui permis par la

stabilité d'équilibre; dans ce cas, elles viendront d'elles-mêmes occuper cette position d'équilibre et le nouvel édifice sera symétrique du premier par rapport au plan réticulaire commun.

» En général, on ne peut reconnaître l'existence de plan de symétrie réel ou limite de la particule déficiente au réseau, et, par suite, prévoir la possibilité de macler mécaniquement le cristal. L'existence du plan-limite de la particule est cependant mise en évidence, lorsque ce plan-limite existe également dans le réseau, et, par suite, dans le cristal. C'est ainsi que les feldspaths se maclent mécaniquement par rapport au plan g^1 qui est un plan de symétrie limite, les chlorure et bromure de baryum hydratés, par rapport aux plans p et h^1 qui sont deux plans-limites, etc. Il est un autre cas, où l'on peut prévoir le plan-limite : lorsque le plan de symétrie existe dans le réseau sans exister dans la particule, mais qu'il y apparaît lorsque l'on chauffe le cristal. Guidé par ces considérations théoriques, j'ai pu constater la possibilité de macler mécaniquement la leucite et la boracite. Il suffit de promener la pointe d'une aiguille sur une lame de cette dernière substance taillée parallèlement à la face d'un tétraèdre pour faire naître des lamelles hémitropes que l'on fait disparaître avec la même facilité et, certainement, la plupart des lamelles hémitropes observées dans une lame de boracite sont produites pendant la taille. M. G. Friedel a, de même, montré que le chloro-aluminate de calcium se macle avec la plus grande facilité et qu'il en résulte des cristaux orientés à 120°. Or la particule de ce corps possède, à la température de 36°, trois plans de symétrie à 120°; par refroidissement, un seul subsiste réellement, les deux autres devenant des plans-limites; mais par la déformation, c'est tantôt l'un, tantôt l'autre de ces plans qui devient le plan de symétrie réel et tout se passe comme si la particule tournait de 120°, tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre. »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Variation de l'acuité visuelle avec l'azimut. Modification de la section droite des cônes par l'accommodation astigmatique.* Note de M. **André Broca**, présentée par M. Marey.

« Ayant entrepris, il y a quelques mois, une série d'études sur l'acuité visuelle, je fus conduit à employer le test objet le plus simple, c'est-à-dire des traits noirs sur fond blanc, disposés tant pleins que vides. Les traits noirs sont découpés au canif, et l'objet placé dans la chambre noire est éclairé par devant. C'est le meilleur procédé pour avoir des traits d'un

noir absolu. Cet objet est découpé assez grand, pour la facilité de la construction, et un objectif photographique en donne une petite image placée sur la verticale du zéro d'un banc d'optique. Un support ordinaire se meut sur ce banc et porte un tube oculaire dont on applique la tranche sur l'orbite pour fixer l'œil. On écarte l'œil en le maintenant contre le tube oculaire et, au moment où l'on cesse de distinguer les traits noirs sur fond blanc, on note la distance lue au moyen du repère du support. L'inverse de cette distance est proportionnel à l'acuité visuelle.

» On détermine ainsi l'acuité visuelle à 2 ou 3 pour 100 prés. J'ai trouvé que mon acuité visuelle pour les traits verticaux était de 20 pour 100 plus faible que pour les traits horizontaux.

» J'ai alors poussé cette étude plus loin, en étudiant la variation de l'acuité suivant l'azimut des traits à distinguer.

» Pour expliquer les différences trouvées, deux hypothèses sont à examiner. L'une est une variation suivant l'azimut du diamètre de l'élément anatomique de la rétine. Nous savons en effet que, d'après les idées reçues et bien vérifiées sur ce sujet, on cesse de percevoir un détail déterminé, quand la grandeur de son image rétinienne est inférieure au double du diamètre d'un élément sensible de la rétine.

» L'autre hypothèse est une variation de la grandeur de l'image rétinienne due à l'astigmatisme de l'œil. Examinons celle-ci d'abord.

» Soit un œil astigmate; nous le corrigeons avec une lentille cylindrique placée aux environs du foyer antérieur de l'œil. On sait que, dans ce dernier cas, et pour un système sphérique, on ne modifie pas la distance focale du système, qui reste la même qu'avant la correction, mais qu'on déplace seulement la position du foyer. La grandeur de l'image finale est donc la même avant ou après interposition du verre; mais, dans le second cas, elle est sur la rétine.

» Ce que nous venons de dire peut se répéter pour chacun des méridiens d'un œil astigmate. Après correction, les rayons issus d'un point sont homocentriques sur la rétine, mais les distances focales dans les divers azimuts sont les mêmes qu'avant la correction. Ceci est exact, à des quantités négligeables près, dans le cas de mon œil qui a 1,75 dioptrie d'astigmatisme. Considérons donc un trait d'épaisseur déterminée; la grandeur de l'image rétinienne de cette épaisseur sera d'autant plus petite que la courbure du méridien correspondant de l'œil sera plus grande. Si donc les traits examinés sont parallèles au méridien de plus faible courbure, l'épaisseur de leur image rétinienne sera plus petite que dans toute autre position, et l'acuité correspondante sera minimum.

» Cela est aisément vérifiable pour les astigmates d'environ 1,5 dioptrie. Ceux-ci peuvent voir nettement, soit avec leur verre correcteur, soit sans verre correcteur. Dans ce cas, le cristallin accommode irrégulièrement et compense l'astigmatisme cornéen. La correction, se faisant par deux surfaces très voisines, est alors complète, et l'on voit facilement que ce qui semble un carré pour l'œil corrigé par une lentille cylindrique devient pour l'œil nu un rectangle allongé parallèlement à la faible courbure.

» L'expérience est contraire à notre première hypothèse, car le maximum d'acuité a lieu précisément pour les lignes parallèles au méridien de plus faible courbure. Examinons donc la seconde.

» Nous pouvons interpréter aisément les résultats de l'expérience. En effet, la connaissance des distances mesurées pour l'évanouissement des traits noirs et celle de l'astigmatisme pour l'azimut considéré permettent de connaître l'épaisseur des images des traits lumineux sur la rétine. On peut porter sur le papier, à partir d'un centre, des droites d'inclinaison voulue, et à des distances du centre proportionnelles aux épaisseurs ainsi calculées. On aura, en prenant l'enveloppe de toutes ces droites, ce que j'appelle *la forme fonctionnelle de l'élément rétinien*. Nous allons voir en effet que ce n'est pas la forme géométrique même de cet élément. Pour mon œil droit, la forme fonctionnelle est un rectangle peu allongé parallèlement au méridien de plus faible courbure, et dont les côtés auraient pris une légère convexité. Il y a donc deux maximums d'acuité, dans les deux sections principales de l'œil, le plus grand ayant lieu pour les traits parallèles à la faible courbure, et deux minimums correspondant aux diagonales du rectangle.

» Or Helmholtz a montré que, au moment de disparaître, l'image d'un fil fin prenait la forme d'une ligne brisée indiquant nettement la forme hexagonale des éléments rétiniens.

» Nous allons montrer que cela n'est pas contraire à ce qui précède.

» En effet, Charpentier a établi expérimentalement que tout objet, quel que soit son éclairage, n'est plus vu quand ses dimensions sont assez petites.

» Donc une ligne blanche dudit objet impressionnera un élément quand elle aura formé avec son contour une aire de surface constante, pour un éclat déterminé de cette ligne blanche. Donc la forme réelle de l'élément s'obtiendra en menant un contour qui forme, avec chacune des droites que nous avons mises en position sur le papier, une aire de surface constante.

» Ce problème se discute aisément par le calcul. On voit immédiatement qu'on ne peut avoir une ligne à courbure régulière, car avec une telle ligne

les angles de la courbe fonctionnelle ne seraient pas compréhensibles. La forme géométrique est donc une ligne brisée. La Géométrie élémentaire montre que la courbe dont la tangente fait avec deux droites fixes un triangle d'aire constante est une hyperbole ayant les droites fixes pour asymptotes. En employant ce résultat, on voit que la seule forme géométrique du contour d'un élément rétinien, compatible avec sa forme fonctionnelle, est celle d'un hexagone allongé dans le sens du méridien de plus faible courbure.

» L'interprétation de ce fait me semble devoir être la suivante : l'œil astigmate qui fonctionne sans verre correcteur accommode irrégulièrement, la tension du muscle ciliaire étant plus forte sur le méridien de plus faible courbure. Les membranes de l'œil ne sont donc plus isotropes, et il est probable que les éléments anatomiques subiront une déformation correspondante. Dans le cas de mon œil droit, cela se vérifie bien. Il n'est en effet corrigé que depuis peu d'années; il avait fonctionné jusque-là fort bien grâce à une accommodation irrégulière. Mon œil gauche, au contraire, qui a 4,25 dioptries d'astigmatisme, pour lequel toute accommodation irrégulière était inutile avant correction, ne présente aucune variation notable de son acuité visuelle avec l'azimut. Deux personnes douées, l'une d'un faible astigmatisme, l'autre d'une trace d'astigmatisme seulement, m'ont accusé toutes deux une différence notable d'acuité entre les verticales et les horizontales. Je ne les ai pas soumises à l'examen complet qui exige des mesures très nombreuses et très fatigantes.

» Outre le côté théorique que je viens de faire ressortir, il est un côté pratique à la question : c'est que, pour faire les meilleurs pointés possibles sur un croisement de fils de réticule, il est bon d'incliner les fils suivant les méridiens principaux d'astigmatisme, même quand cet astigmatisme est très faible. »

PHYSIOLOGIE. — *Influence d'une légère traction sur l'excitabilité du nerf.* Note de M. G. **Weiss**, présentée par M. Marey.

« On a démontré, par un grand nombre d'expériences, qu'une traction exercée sur un muscle augmente l'excitabilité de ce muscle. C'est ainsi, par exemple, qu'un muscle légèrement chargé donne, pour une même excitation, une secousse plus haute qu'un muscle entièrement libre.

» Ce phénomène joue un rôle très important dans les théories de la

contraction musculaire qui ont été émises depuis quelques années; il y avait lieu de se demander comment une traction agit sur l'excitabilité du nerf.

» Pour cela, je coupai la patte d'une forte grenouille au niveau du genou, en respectant le nerf sciatique. Ce nerf isolé avec soin, en évitant toute traction, fut lui-même coupé à la partie supérieure de la cuisse, et la préparation placée sur le haut d'un tube en verre dans l'intérieur duquel pendait le nerf, le pied tourné vers le haut et la section du membre reposant directement sur le bord supérieur du tube. Les parois de ce tube étaient mouillées pour maintenir autour du nerf une atmosphère humide et le préserver ainsi de toute dessiccation. Avant de mettre la préparation en place, j'avais fixé dans le nerf, au voisinage de l'extrémité coupée, un petit crochet en fil de platine de $\frac{1}{10}$ de millimètre de diamètre, par conséquent très léger, et muni d'un long prolongement prenant contact dans un bain de mercure. Le nerf était écrasé à la pince à une certaine distance du crochet de platine pour éliminer les irritations locales pouvant se produire au contact de ce crochet. Comme excitation, je me servais de la décharge d'un condensateur dont les armatures étaient reliées l'une au bain de mercure, l'autre à un point quelconque de la patte. Pour reconnaître les moindres indices de la contraction, le gastrocnémien était détaché au tendon d'Achille et fixé à un myographe isotonique.

» L'expérience étant ainsi disposée, on réglait le potentiel de charge du condensateur de façon à se trouver au seuil de l'excitation, puis on en augmentait l'intensité jusqu'à avoir une secousse très nette. Si en ce moment on suspendait au fil de platine un poids d'environ $0^{gr},8$ toute secousse disparaissait, pour renaître avec sa grandeur première aussitôt que l'on enlevait le poids tenseur, et ainsi de suite. Cette expérience répétée sur diverses grenouilles ne laisse aucun doute : une traction exercée sur le nerf diminue l'excitabilité de ce nerf.

» Mais il y a lieu de se demander si c'est réellement l'excitabilité du tronc nerveux qui est affaiblie ou si la légère traction exercée sur le nerf a rendu la transmission de l'excitation du nerf au muscle plus difficile, si l'on peut admettre, par exemple, qu'il y a un petit décollement passager des plaques terminales.

» Il me semble que cette dernière hypothèse doive être absolument rejetée. En effet, les filets nerveux suivent en passant dans le muscle un trajet trop sinueux pour qu'une légère traction puisse se propager ainsi jusqu'aux plaques. En second lieu, il semble résulter clairement de travaux récents, en particulier de ceux d'Apathy, que la plaque motrice n'est pas la terminaison périphérique du nerf. Il paraît certain que les fibrilles du cylindre axe se prolongent à travers la plaque motrice et se ramifient dans les fibres musculaires en s'anastomosant avec les fibrilles provenant de plaques voisines. Il n'y aurait ainsi, à proprement parler, pas de terminaisons ner-

veuses, le muscle contenant un véritable réseau dont les mailles seraient constituées par les fibrilles ayant passé à travers les diverses plaques motrices. Dans ces conditions il ne peut plus être question de décollement des plaques, et l'affaiblissement de l'excitabilité produit par une légère traction exercée sur un nerf doit être attribué uniquement à une action directe produite sur le tronc nerveux. »

ZOOLOGIE. — *Sur le développement de* la Convoluta Roscoffensis *Graff* (¹). Note de M. **Jivoïn Georgévitch**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Grâce aux travaux de Delage et de Graff l'anatomie de la *Convoluta Roscoffensis* Graff a été bien étudiée, tandis que le développement est resté jusqu'à présent parfaitement inconnu.

» J'ai eu l'occasion d'étudier, pendant le mois d'août de l'année passée, dans le laboratoire si bien installé de Roscoff, le développement des *Convoluta,* dont je vais décrire ici les premières phases.

» La maturation et la fécondation de l'œuf s'accomplissent dans le corps de l'animal. Les globules polaires se résorbent bientôt, ce qui explique pourquoi on ne les voit jamais sur les œufs pondus. Chaque œuf pondu est entouré d'une capsule transparente et ordinairement des groupes de cinq à douze œufs sont aussi enveloppés dans un cocon commun, également transparent. Rarement, et l'on peut dire que c'est le cas exceptionnel, il y a un seul œuf pondu. La ponte s'effectue de préférence de bon matin ou vers le soir. Peu après l'œuf commence à se diviser, d'abord en deux blastomères d'une grandeur égale. Après un court temps de repos ces deux blastomères en donnent par division deux autres beaucoup plus petits, qui se placent dans le plan de la première division. Entre ces quatre blastomères existe une petite cavité de segmentation, qui à partir de ce moment devient de plus en plus petite pour disparaître définitivement au stade à huit blastomères. Les deux petits blastomères (ectoderme) indiquent la partie dorsale, tandis que les deux plus grands (endoderme) indiquent la partie ventrale du futur animal.

» Après un court repos les cellules endodermiques donnent, en se divisant latéralement, deux autres cellules intermédiaires comme grandeur entre les blastomères ectodermiques et endodermiques. Elles représentent les initiales du mésoderme. Immédiatement après, les deux blastomères ectodermiques en produisent deux autres, ce qui porte le nombre total à huit blastomères. L'embryon est au stade blastula.

» Survient l'état de repos pendant lequel les cellules se rangent et se tassent de telle manière que les deux cellules endodermiques occupent le milieu de la partie inférieure

(¹) Travail fait aux laboratoires de Zoologie de Roscoff et de la Sorbonne.

de la blastula ; les deux cellules mésodermiques sont latérales et un peu en haut, les cellules ectodermiques occupent la partie supérieure.

» Au stade suivant les quatre blastomères ectodermiques en donnent quatre autres par division, les deux mésodermiques deux nouvelles, tandis que les deux cellules endodermiques restent indivises. En même temps, tout porte à croire qu'il y a une invagination de l'endoderme. Cependant cette invagination est partielle, car, au stade suivant, la gastrula s'achève par épibolie. En effet, les cellules ectodermiques l'emportent en nombre sur les autres qu'elles recouvrent peu à peu de tous côtés.

» A partir du stade à dix-huit cellules il est impossible de compter le nombre des différentes blastomères, tellement la division des blastomères ectodermiques est rapide. Pendant ce temps, les deux cellules endodermiques donnent naissance du côté inférieur à deux autres cellules qu'on peut nommer *endoderme primaire*, à l'instar de ce que Lang a décrit chez les Polyclades sous le nom de *Uhrendoderm*.

» Nulle part je n'ai vu sur les coupes de ces gastrula ni l'écartement de deux blastomères endodermiques pour former le cœlentéron, ni la formation du cœlome dans les cellules mésodermiques, comme Pereyaslawzewa ([1]) a décrit pour *Aphanistoma* et d'autres Turbellariées de la mer Noire. Ceci s'entend des gastrula à plusieurs cellules endodermiques, de sorte qu'on peut dire que la gastrula est dès le commencement pleine, et ce caractère persiste chez l'animal parfaitement formé.

» Ensuite, les cellules endodermiques subissent un grand nombre de divisions et en ce moment il y a lieu de distinguer une partie centrale claire avec des noyaux peu nombreux, et qui représente l'endoderme, et une partie périphérique avec des noyaux très nombreux qui entoure de tous côtés la première et qui représente l'ectoderme plus le mésoderme. Ce qui deviendra le parenchyme central ([2]) de l'animal adulte est représenté uniquement par l'endoderme. Le parenchyme périphérique est d'origine mésodermique, et de ses cellules proviennent les muscles et les organes génitaux; le développement de ces derniers n'a pu être suivi entièrement, vu la ressemblance avec les cellules environnantes.

» Le système nerveux naît de l'ectoderme dans la partie antérieure du corps qui est beaucoup plus développée chez l'embryon que chez l'animal adulte.

» Le développement complet de l'otocyste et de l'organe central m'a échappé, mais de quelques observations que j'ai faites je puis croire qu'ils sont d'origine ectodermique.

» Aussitôt que la gastrula est formée, les cellules ectodermiques se revêtent de cils vibratiles et l'on voit les embryons tourner dans l'intérieur de la capsule. Le lendemain de la ponte les embryons quittent la capsule et émigrent dans l'eau ambiante. Ils son texempts de zoochlorelles, et c'est seulement en nageant dans l'eau où se trouvent les animaux adultes qu'ils s'en infectent.

» J'ai fait des expériences afin de voir si les embryons peuvent atteindre l'état adulte sans les zoochlorelles. Ils meurent très vite dès que les ré-

---

([1]) S. PEREYASLAWZEWA, *Monographie des Turbellariées de la mer Noire*. Odessa.

([2]) L. VON GRAFF, *Organisation der Turbellaria Acœla*, p. 23; 1891.

serves nutritives sont épuisées, ce qui prouve que les *Convoluta* ne peuvent se passer de zoochlorelles commensales. »

ZOOLOGIE. — *Sur trois Orthonectides nouveaux, parasites des Annélides, et l'hermaphrodisme de l'un d'eux* (Stœcharthrum Giardi *n. g., n. sp.*). Note de MM. **Maurice Caullery** et **Félix Mesnil**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Le groupe des Orthonectides a été créé par Giard, en 1877, pour des animaux parasites internes d'une Ophiure. Il ne comprend jusqu'ici qu'un petit nombre de types. Deux espèces sont assez bien connues : la *Rhopalura Giardi* Metchn., parasite de l'*Amphiura squamata* et la *Rh. Intoshi* Metchn., parasite du *Nemertes lacteus*. Parmi leurs particularités les plus saillantes, nous signalerons le dimorphisme sexuel très marqué, que Metchnikoff y a mis en évidence. On connaît peu de choses sur les autres espèces, l'une vue par Mac Intosh chez un Némertien, l'autre par Keferstein chez une Planaire, une troisième par de Saint-Joseph chez une Annélide (*Pterocirrus macroceros*); une quatrième a été entrevue par Fauvel aussi chez une Annélide (*Ampharete Grubei*). Nos connaissances sur la morphologie et l'embryogénie du groupe sont dues à Giard, Metchnikoff et Julin. Les Orthonectides sont des êtres très inférieurs dont les affinités les plus proches sont avec les Dicyémides (parasites des reins des Céphalopodes). De ces deux groupes, quelques auteurs, notamment Ed. van Beneden, font les Mésozoaires, embranchement intermédiaire entre les Protozoaires et les Métazoaires à trois feuillets, tandis que d'autres, et nous nous rattacherions plutôt à cette opinion, attribuent la simplicité de structure des Dicyémides et des Orthonectides à une régression causée par le parasitisme et regardent ces animaux comme des Vers plats dégradés. Ce sont, en tout cas, des formes très intéressantes.

» Nous avons eu dernièrement l'occasion de rencontrer, chez des Annélides Polychètes, trois nouvelles espèces d'Orthonectides, dont l'une s'écarte notablement des types déjà connus. Toutes trois proviennent de la région voisine du cap de la Hague (Cotentin).

» I. La première est parasite dans la cavité générale de la *Spio Martinensis* Mesn. Elle pullule dans les individus infestés, mais ils sont rares. Cet Orthonectide ne diffère pas beaucoup de ceux déjà connus. Il se rapproche surtout de l'espèce signalée par Mac Intosh chez un Némertien. La *femelle*, entièrement ciliée, est cylindrique et

mesure environ 100 μ de longueur sur 20 μ de largeur. Elle se décompose en un certain nombre de bandes annulaires, d'abord une région antérieure légèrement conique avec 3 rangées de cellules, puis 2 petits anneaux, et enfin 8 autres plus grands séparés les uns des autres par des sillons bien marqués. Sous la couche de cellules externes ciliées se trouve, suivant l'axe de l'animal, une rangée unique de grandes cellules à gros noyaux vésiculeux : ce sont les ovules. Ils s'étendent sur toute la longueur. Le *mâle*, uniformément cilié, est globuleux et beaucoup plus petit (25 μ sur 16 μ). Les deux tiers postérieurs du corps sont occupés par une poche remplie de spermatozoïdes.

» Dans l'Annélide, les Orthonectides sont groupés dans des sortes de sacs plasmodiques et chacun de ceux-ci renferme un grand nombre d'individus, *à la fois des mâles et des femelles*. Nous rangeons cette espèce dans le genre *Rhopalura*. Nous l'appellerons *Rh. Metchnikovi*.

» II. La deuxième espèce a été trouvée dans le cœlome de la *Scolelepis fuliginosa* (Clpde), un autre Spionidien. Les animaux infestés sont aussi très rares. La *femelle*, qui est cylindrique, mesure environ 125 μ de longueur sur 15 μ de largeur. Le corps, entièrement cilié, se décompose en une quarantaine d'anneaux très courts. Sous la couche externe, se trouve une rangée axiale de huit à dix gros ovules; mais cette file d'ovules n'occupe que les deux tiers postérieurs du corps. En avant, elle est remplacée par un tissu formé de cellules petites et nombreuses (en partie, probablement, musculaires). Le *mâle* a une taille un peu inférieure à la moitié de celle de la femelle. Il mesure environ 60 μ de long sur 15 μ de large. Les spermatozoïdes remplissent une poche au voisinage de l'extrémité postérieure. Nous placerons aussi cette espèce, au moins provisoirement, dans le genre *Rhopalura* et l'appellerons *Rh. Julini*.

» III. La troisième espèce est beaucoup plus intéressante. Elle est parasite dans le cœlome d'un Aricien, le *Scoloplos Mülleri* Rathke. Dans l'unique station où nous l'avons rencontrée, elle infeste environ un individu sur quatre ou cinq, et y est alors très abondante. C'est une forme très allongée, atteignant jusqu'à 800 μ de long sur 15 de large. Le corps se compose d'une file de 60-70 anneaux subégaux; l'aspect général rappelle des perles enfilées et rapprochées les unes des autres. L'extrémité antérieure est légèrement pointue; elle se compose de 4 anneaux; puis en viennent 4 autres offrant de nombreux granules blanc opaque, analogues à ceux réfringents qui existent à la même place chez le mâle de la *Rh. Giardi*. Les anneaux suivants sont tous semblables; ceux de l'extrémité postérieure, qui est légèrement effilée, sont un peu plus étroits. Chaque anneau porte postérieurement une couronne de cils. A chacun correspond, dans l'axe du corps, un gros ovule dont le noyau se colore d'une façon diffuse et dont le protoplasme est rempli de petits grains chromophiles. De même que chez l'espèce précédente, les ovules ne s'étendent pas jusqu'à l'extrémité antérieure; les 10-12 premiers anneaux et aussi les 3-4 derniers sont remplis par un tissu axial formé de petits éléments allongés, probablement musculaires.

» Nous avons observé des centaines d'individus de ce parasite, provenant de trente *Scoloplos* environ. Nous n'avons jamais trouvé d'autre forme que celle que nous venons de décrire et qui a l'apparence d'une femelle. Nous croyons pouvoir affirmer l'absence d'une forme mâle, étant donnés le nombre des parasites examinés et surtout le nombre des hôtes d'où ils proviennent. Et cela, d'autant mieux que la forme que

nous venons de décrire est, en réalité, non pas femelle, mais *hermaphrodite*. En effet, immédiatement en avant du premier ovule d'une part, et, d'autre part, en arrière du dernier, on distingue un paquet de petites cellules très colorables qui ont *absolument* le même aspect que le testicule chez le mâle des autres espèces. Il y a donc ici deux testicules constants, l'un antérieur, l'autre postérieur (ce dernier manque pourtant dans un petit nombre de cas). Quelquefois, il en existe un troisième qui occupe un ou deux anneaux vers le milieu du corps. Les spermatozoïdes mûrs s'infiltrent tout le long de l'animal, entre les ovules et l'épiderme ([1]).

» Cet hermaphrodisme est un fait très inattendu; toutes les autres espèces d'Orthonectides étant caractérisées par un dimorphisme sexuel très marqué. L'espèce actuelle est donc, tant par son aspect général que par cette particularité, un type aberrant dans le groupe. Nous proposons de créer pour elle un genre nouveau que nous nommerons, à cause de la forme de l'animal, *Stoechartrum* ([2]). L'espèce recevra le nom de *S. Giardi*. Ce sera le type d'une nouvelle famille d'Orthonectides.

» En examinant attentivement la femelle de la *Rh. Julini*, nous avons constaté, immédiatement en avant des ovules, un groupe de cellules qui a le même aspect que le testicule antérieur des *Stoechartrum* en voie de développement et qui occupe la même position. Nous interprétons ces cellules comme un rudiment de testicule. La *Rh. Julini* présenterait donc : 1° des mâles; 2° des femelles ayant tendance à l'hermaphrodisme. L'ensemble de nos connaissances sur les Orthonectides indique de regarder cet hermaphrodisme comme une ébauche surajoutée secondairement au sexe femelle; resté à l'état d'ébauche chez la *Rh. Julini*, il se serait établi définitivement chez les *Stoechartrum* et y aurait entraîné la disparition du mâle.

» Nous ferons remarquer à cet égard que, dans d'autres groupes du règne animal (Mollusques, d'après Pelseneer, etc.), l'hermaphrodisme semble se présenter dans les mêmes conditions. En particulier, un certain nombre de types parasites (Epicarides, Myzostomes) ou fixés (Cirripèdes) offrent, au point de vue des sexes, une série de formes parallèles à celles des Orthonectides.

» Nous ferons observer enfin que, pour les deux premières espèces décrites ci-dessus, nous n'avons reconnu qu'une seule forme de femelles. Julin, chez l'Orthonectide des Ophiures (*Rh. Giardi*) en a décrit deux; les œufs

---

([1]) Dans toute la région génitale du corps, on ne distingue aucun élément (musculaire ou autre) au-dessous de l'épiderme; celui-ci comprend deux sortes de cellules : petites avec gros nucléole très colorable; allongées avec très petit nucléole.

([2]) De στοῖχος, file, et ἄρθρον, article.

de l'une (femelle aplatie) produiraient exclusivement des femelles; ceux de l'autre (f. cylindrique) exclusivement des mâles. L'existence de plasmodes renfermant à la fois des mâles et des femelles, ainsi que Metchnikoff l'a vu chez la *Rh. Intoshi* et que nous l'avons constaté chez la *Rh. Metchnikovi*, est inconciliable avec l'interprétation que Julin donne de ce dimorphisme. S'il existe donc réellement, il est limité à certaines espèces. »

BOTANIQUE ÉCONOMIQUE. — *Sur les graines de l'*Allanblackia floribunda Oliv. *et sur le beurre de* Bouandja *qu'elles contiennent.* Note de M. **Edouard Heckel**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Au cours des recherches concernant l'ensemble des graines grasses, nouvelles ou peu connues, du Congo français, l'une d'entre elles m'a paru particulièrement intéressante par sa richesse en un corps gras solide, dont la composition chimique est telle que son emploi serait des plus fructueux dans l'industrie de la stéarine. Elle est fournie par l'*Allanblackia floribunda* Oliver, grand arbre connu seulement jusqu'ici aux environs de Libreville (R. P. Klaine), au Cameroun (Mann), et dont M. Vadon, administrateur colonial, a trouvé un pied fructifère à Boué, dans l'Ogooué, sur le chemin du débarcadère au poste. Les indigènes Pahouins, qui ne font aucun usage de ces graines grasses et disent seulement que les rats en sont très friands, nomment l'arbre Bouandja. L'*Allanblackia floribunda* a été décrit pour la première fois par Oliver (*Flora of tropical Africa*, t. VI, p. 163), et sa description a été complétée, en ce qui concerne le fruit, jusqu'alors inconnu, par M. Pierre (*Bull. de la Soc. Linn. de Paris*, mars 1896, p. 21), puis par une figure, dans les *Icones* de Hooker, tab. 1004.

» Les graines, contenues au nombre de 40 à 50 dans le fruit en forme de melon allongé mesurant 30^{cm} à 35^{cm} de long, sont de forme un peu variable, tantôt polyédriques (solide à faces planes ou convexes) par suite de compression les unes contre les autres, tantôt, et le plus souvent, ovoïdes, allongées et en forme de datte. Elles présentent toujours un grand et un petit axe, avec deux extrémités arrondies : l'une, le sommet de la graine (micropylaire), moins aiguë que l'autre (chalazique) qui en forme la base. Elle est quelquefois, mais rarement, plus courte et ramassée en un trièdre. Couvertes de leur spermoderme, elles ont un poids moyen de 4^{gr} (oscillant entre $3^{gr},5$ et 6^{gr}). Leur longueur est de $2^{cm},5$ à 4^{cm}; leur largeur est de $1^{cm},5$ à 2^{cm}. Le spermoderme crustacé et rougeâtre a une épaisseur de 1^{mm}.

» L'embryon macropode, qui constitue toute la graine, est blanc jaunâtre à l'état frais. Sur une coupe, sa couleur se fonce immédiatement à l'air et passe au chocolat

clair. Une partie ovalaire, placée au centre de la section, reste blanche : c'est la partie médullaire de la tigelle.

» La saveur de cette graine est, non pas amère (Pierre), mais astringente; après quelque temps d'exposition à l'air, elle prend l'odeur de la pomme reinette. Le spermoderme, rouge brique et comme vernissé extérieurement, est sillonné à sa surface de nombreuses veines proéminentes (7 à 8) orientées en ligne droite, de bas en haut de la graine, de la chalaze au micropyle, en donnant à droite et à gauche des ramifications qui s'anastomosent avec leurs voisines. Ce tégument, crustacé et résistant, est très adhérent à l'embryon, surtout à l'état frais : il ne peut en tous cas (frais ou sec) en être séparé que par fragments. Il est constitué par deux zones de cellules sclérifiées colorées en rouge : l'une, formée d'une couche d'éléments qui, en coupe radiale, sont à peu près sphériques, et l'autre, de cellules ovales très allongées à parois ovalaires très épaissies dans le sens radial et disposées en deux et quelquefois trois couches.

» L'embryon présente un tissu peu consistant, offrant au couteau la résistance d'une masse caséeuse, et, après section, une surface lisse et comme marbrée. Il est formé de cellules polyédriques à parois peu épaisses, de couleur jaune verdâtre, contenant, contre les parois, des corpuscules huileux liquides disposés en une couche peu épaisse, tout le reste de la cellule étant rempli par une masse solide blanchâtre formant un seul bloc et présentant des stries rayonnant dans différents sens et d'aspect cristallisé. Traitées par la teinture d'orcanette fraîche, ces cellules colorent leur contenu solide en une teinte rosée uniforme, tandis que les globules d'huile liquide et quelques points de la masse solide se colorent en rouge cerise. Dans la glycérine chauffée, on décèle dans les globules huileux la présence de l'aleurone; avec la teinture d'iode, les corpuscules liquides huileux se colorent en rouge cramoisi, mais on voit apparaître aussi des corpuscules de couleur rouge violacé (*amidon soluble*) qui sont appliqués surtout sur les membranes cellulaires.

» Ces graines entières (pourvues de leur tégument) donnent, après traitement par le sulfure de carbone, 46,80 pour 100 d'un corps gras très solide, à surface libre mamelonnée, à la température ordinaire, de couleur jaune foncé et ayant une densité de 0,9734 à 15°. Le rendement de ce beurre en acide gras de saponification est de 95 pour 100, et en stéarine de saponification de 61,86 pour 100. Le degré de solidification des acides gras de saponification est de 60°,8 et celui de la stéarine de saponification de 68°; le rendement en acides gras de distillation est de 92,35 pour 100 et celui de stéarine de distillation de 79,70 pour 100. Le degré de solidification des acides gras de distillation est de 62°,30 et celui de la stéarine de distillation de 64°,60. Enfin, le rendement en glycérine est de 9,56 pour 100. La stéarine de saponification, après cristallisations successives dans l'alcool, donne un acide gras dont le point de solidification est de 70° : c'est de l'acide stéarique pur. De plus, en mélangeant la stéarine de saponification

avec de l'acide stéarique pur, on obtient un corps dont le point de solidification est égal au point arithmétique (70 à 72). Il existe, mêlé à la stéarine dans le corps gras, une proportion d'acide oléique qui peut être évaluée à 12,65 pour 100.

» Le corps gras de l'*Allanblackia floribunda* est donc une oléostéarine augmentée d'une très faible proportion d'autres glycérides indéterminés. Par la quantité de matières grasses qu'elle renferme, cette semence peut être considérée comme l'une des graines grasses industrielles à rendement le plus élevé. En outre la forte proportion, la blancheur et le point de solification de la stéarine fournie par cette graine la feront sûrement rechercher par l'industrie stéarique quand elle sera devenue un article de commerce. A ce point de vue, elle est supérieure à sa congénère de la côte orientale d'Afrique tropicale, l'*A. Stahlmanni* Engler qui a été étudiée, ainsi que la graine qu'elle fournit, sous le nom de *beurre de M'Kani* par le Dr Heise (*Notizblatt des Kœnig. Museums zu Berlin*, n° 326, novembre 1895, p. 93). Cette graisse, connue des indigènes de l'*Usambara* qui en font usage depuis longtemps, renferme en effet 52,75 pour 100 d'acide stéarique et 42,90 pour 100 d'acide oléique. Elle convient donc moins que celle du *Bouandja* du Gabon à la fabrication des bougies.

» Il existe une troisième espèce d'*Allanblackia* en Afrique tropicale, au Zanguebar, décrite par M. Hua (*Bull. du Mus. d'Hist. nat. de Paris*, 1896, n° 4) sous le nom d'*All. Sacleuxii* et dont la connaissance est due au R. P. Sacleux. Les graines de cette espèce, plus grosses que celles des deux précédentes, ont à peu près la même composition chimique; leur corps gras solide est connu des indigènes qui l'emploient sous le nom de beurre de *Kanyé* qu'il ne faut pas confondre, comme on l'a fait très souvent, avec le beurre de *Kanya* de la côte occidentale d'Afrique, qui est fourni par une autre guttifère, la *Pentadesma butyracea* Dox, et dont la composition chimique est peu différente de celle du produit des *Allanblackia* [1]. »

---

[1] J'ai fait connaître (*Annales de l'Institut colonial de Marseille*, p. 120; 1893) cette composition de beurre de *Kanya* : acide oléique 18,35 pour 100, acide stéarique 81,65 pour 100.

BOTANIQUE. — *Modifications dans l'écorce primaire chez les Dicotylédones.* Note de M. **Eberhardt** (1), présentée par M. Gaston Bonnier.

« Il est à remarquer qu'au début tout au moins, et même pendant un temps assez long, dans la généralité des plantes dicotylédones, le cylindre central s'épaissit d'une façon sensible sans que l'écorce éclate. Il peut par conséquent être intéressant de rechercher par quels moyens cette écorce arrive à suivre sans se rompre l'accroissement rapide du cylindre central. En général, on suppose implicitement que les cellules de l'écorce se multiplient en se cloisonnant dans le sens radial; le nombre des cellules d'une assise quelconque irait par suite en augmentant, et la circonférence formant le contour de cette assise s'accroîtrait en longueur en même temps que le cylindre central.

» En réalité, les phénomènes dont l'écorce est le siège sont plus complexes, les modifications qu'elle subit, sous la poussée du cylindre central, plus nombreuses, et c'est leur exposé qui fait l'objet de la présente Note.

» Prenons comme exemple la jeune tige du Frêne, qui a l'avantage de réunir à peu près tous les cas que l'on peut rencontrer dans les végétaux dicotylédones ligneux à liège superficiel.

» Considérons une section transversale de cette tige, à une époque où le liège, qui est ici sous-épidermique, a déjà fait son apparition.

» Immédiatement au-dessous du liège et de son assise productrice, apparaît l'écorce parenchymateuse, que l'on peut diviser en un certain nombre de couches qui, de dedans en dehors, sont :

» 1° Deux ou trois assises dont la première est en contact direct avec le cylindre central, et dont les cellules à parois minces présentent un léger aplatissement et un certain nombre de cloisonnements radiaux;

» 2° Quelques assises sous-jacentes, qui sont d'ordinaire les quatrième, cinquième et sixième, et qui ont subi un aplatissement plus accentué que les précédentes; parfois un certain nombre de cellules sont même complètement écrasées, et l'on remarque en outre dans ces assises des lacunes à dimensions réduites, ayant subi elles aussi un aplatissement évident;

» 3° Quelques assises de cellules, toujours à parois minces, mais ayant encore sur la coupe transversale une forme arrondie. Entre ces cellules, on voit apparaître de grandes

(1) Travail fait au laboratoire de Botanique de la Sorbonne, dirigé par M. Gaston Bonnier.

lacunes où l'on distingue encore des débris de parois cellulaires. A mesure que l'on s'éloigne du cylindre central, ces lacunes diminuent au point de n'être plus dans les assises supérieures que de simples méats irréguliers;

» 4° Enfin quatre ou cinq assises de cellules à parois relativement épaisses, très intimement reliées entre elles et n'ayant subi aucune déformation. La dernière de ces assises est l'assise productrice du liège que nous trouvons au-dessus.

» Interprétons les faits que nous fournit l'étude du Frêne et qui, nous le répétons, sont très généraux.

» Le liège périphérique, qui, dans le Frêne, est très précoce, et surtout les assises n° 4, qui sont formées de cellules à parois épaisses et adhérant fortement les unes aux autres, opposent à l'accroissement de la tige une résistance assez grande, de sorte que les cellules du reste de l'écorce primitive, comprimées entre le cylindre central qui grandit et ces assises qui résistent sans se déformer, ont une tendance à s'aplatir dans le sens radial et par conséquent à s'allonger dans le sens tangentiel.

» Il en résulte que, malgré l'épaississement du cylindre central, le diamètre total de la tige n'augmente pas sensiblement, du moins au début, puisque si, d'une part, le cylindre central s'accroît en diamètre, d'autre part, l'écorce éprouve en épaisseur une réduction correspondante.

» Il y a donc lieu d'examiner comment s'opère cette réduction et dans quelle mesure les différentes assises y prennent part.

» Si l'on considère les assises les plus internes, désignées par le n° 1 dans la description précédente de la coupe transversale de la tige du Frêne, on les voit s'aplatir d'abord dans le sens radial et, par conséquent, s'allonger dans le sens tangentiel; puis des cloisons radiales apparaissent dans la plupart d'entre elles, de sorte que, le nombre des cellules d'une même assise devenant ainsi plus grand, sa circonférence s'allonge, et, par suite, elle peut, grâce à ce cloisonnement, se prêter sans se rompre à l'accroissement du cylindre central.

» Mais les assises qui suivent immédiatement celles-là, moins aptes à se cloisonner, ne peuvent suivre à la fois le développement du cylindre central et l'allongement de la circonférence des assises n° 1 qu'en s'aplatissant d'abord et en se séparant ensuite. C'est ainsi que prennent naissance ces lacunes si visibles dans les assises n°s 3 et 2 du Frêne.

» Il arrive même que certaines de ces cellules sont déchirées. Les lacunes proviennent donc, non seulement de l'écartement pur et simple des assises n°s 3 et 2, mais encore de la disparition d'un grand nombre

d'entre elles : c'est ce qui résulte de la constatation faite relativement à la présence, dans certaines de ces lacunes, de débris de parois cellulaires.

» L'accroissement du cylindre central continuant à se produire et l'écorce ayant jusque-là cédé soit par formation de lacunes, soit par cloisonnements, les assises n° 4 de la région extérieure résistant toujours, les lacunes s'atténuent d'abord et finissent même par s'aplatir complètement jusqu'à disparaître.

» Or la pression doit avoir son effet le plus marqué sur les assises les moins résistantes, c'est-à-dire les plus lacuneuses; c'est donc dans ces assises que les lacunes s'aplatissent d'abord et, quand ces dernières ont disparu, il arrive que, la pression continuant à agir, les cellules elles-mêmes s'écrasent permettant ainsi le développement du cylindre central, sans que les assises les plus externes de l'écorce aient besoin pour cela de se déformer ou de se rompre. La région écrasée prend alors l'aspect que nous avons désigné sous le n° 2 dans notre description.

» Les diverses phases du phénomène ne sont pas toujours aussi distinctes, aussi tranchées que dans le Frêne; il peut même arriver que dans certains cas quelques-unes d'entre elles fassent défaut.

» Chez le Chêne, le Charme, l'Aune, le Troëne, le Cerisier, le Poirier, le Hêtre, le Pommier, etc., c'est surtout par les lacunes que l'écorce suit le développement du cylindre central.

» Chez le Sorbier, l'Amandier, le Robinier, le Fusain, le Laurier, etc., c'est de préférence par des cloisonnements.

» Dans d'autres cas enfin : chez le Tilleul, l'*Althæa*, le *Rhus*, etc., c'est l'écrasement des cellules qui semble dominer.

» Observons, à ce sujet, que la présence des lacunes peut provoquer des cloisonnements; en effet, les cellules qui les limitent, comprimées par le développement du cylindre central, font en quelque sorte hernie à l'intérieur de ces espaces vides; leur partie saillante se sépare par une cloison et il se forme de cette façon l'ébauche d'un tissu de cicatrisation dont l'effet est de remplir la lacune qui peut être ainsi assimilée à une blessure.

» Ce que je viens de dire se passe dans l'écorce des tiges encore très jeunes des plantes ligneuses et avant que les formations secondaires présentent un grand développement. Cependant, les quelques plantes herbacées que j'ai observées (*Stachys*, *Isatis*, *Rhinanthus*, *Aster*, etc.) me

portent à penser que ces procédés d'extension de l'écorce sont très généraux et se retrouvent également chez les plantes herbacées. »

GÉOLOGIE. — *Sur la structure du Briançonnais.* Note de M. **P. Termier**, présentée par M. Marcel Bertrand.

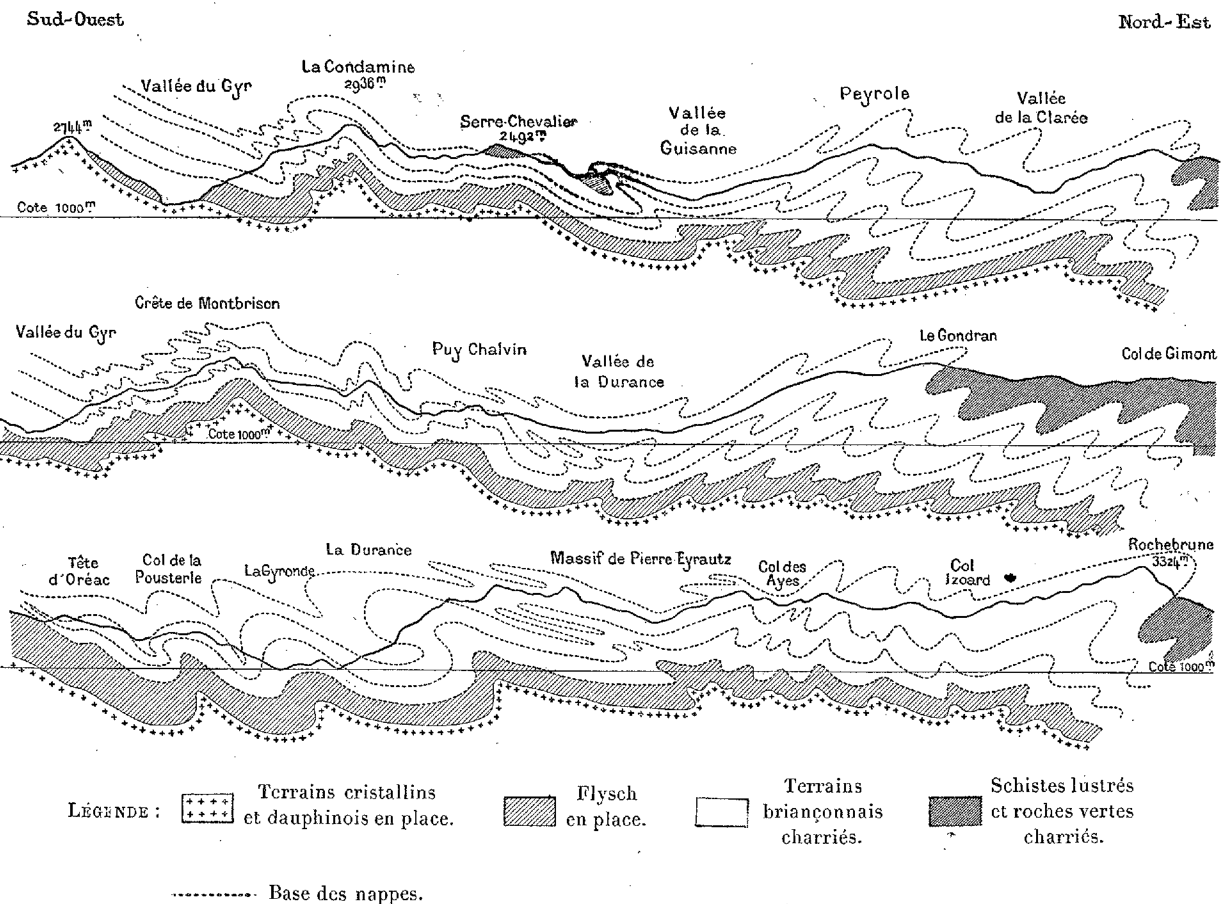
« Si des discussions ont pu s'élever, entre géologues, sur les prolongements de la *zone du Briançonnais* au nord de la Tarentaise et au sud de l'Ubaye, la définition de cette zone dans la région même de Briançon, entre les vallées de l'Arc et du Guil, ne présente aucune ambiguïté. Dans cette région, la zone est limitée : à l'ouest, par une ligne un peu sinueuse qui passe non loin des cols du Galibier, du Lautaret, de l'Eychauda, de la Pousterle et d'Anon, et non loin de Vallouise; à l'est, par une autre ligne, également sinueuse, où commence la région des schistes lustrés, et qui reste voisine de la frontière franco-italienne. Le long de son bord ouest, la zone du Briançonnais repose sur le flysch, et, partout, ce contact avec le flysch semble être un contact anormal; le long de son bord est, elle repose sur les schistes lustrés. Les plis du bord ouest sont couchés vers la France; ceux du bord est, vers l'Italie. La zone a donc une structure en éventail. Dans la partie médiane, le houiller affleure sur de vastes étendues, avec toutes les apparences d'une formation très épaisse : c'est pour cela que Lory distinguait cette partie médiane sous le nom de *zone houillère*. Nulle part, sous le houiller, n'apparaissent les terrains plus anciens. Les terrains qui, avec le houiller, jouent le rôle prépondérant dans la constitution de la zone, le trias, le lias et le malm, ont, dans cette région voisine de Briançon, des facies très particuliers. *Pris dans leur ensemble*, ces facies s'arrêtent brusquement aux limites de la zone. En sortant de la zone, à l'ouest comme à l'est, on a l'impression de franchir une véritable frontière géologique. Tous ces faits sont déjà connus [1], et il n'y a pas lieu d'y insister. On sait aussi que la zone houillère a été considérée jusqu'ici comme une *zone anticlinale* plissée en éventail, l'éventail se rabattant, à l'ouest et à l'est, sur deux séries de plis isoclinaux.

» L'étude minutieuse, et prolongée pendant plusieurs années, de la partie

---

[1] Travaux géologiques de Charles Lory, de MM. Marcel Bertrand, Diener, Haug, Kilian, Lugeon, Zaccagna, et de l'auteur.

Trois coupes parallèles à travers le Briançonnais (¹). (Échelle $\frac{1}{160000}$.)



(¹) La troisième coupe, dans sa partie est, est, avec une interprétation différente, celle qu'ont donnée MM. Kilian et Lugeon.

de la zone briançonnaise comprise entre Vallouise et Briançon m'a conduit à une conception toute différente. La zone tout entière m'apparaît aujourd'hui comme formée d'un *empilement de nappes charriées,* empilement qui repose partout sur le flysch, et dont le plissement en éventail est *postérieur au charriage.* Quant aux schistes lustrés, ils sont pour moi une dernière nappe, supérieure à toutes celles de la zone briançonnaise.

» Les montagnes qui se dressent au nord-est de Vallouise (chaîne de Montbrison) sont constituées par une alternance, plusieurs fois répétée, de trias, de lias et de malm, avec quelques intercalations lenticulaires de houiller et d'un flysch à facies spécial. C'est une structure en *écailles,* ramenant périodiquement la série normale des terrains, du houiller au flysch, au-dessus d'une série semblable. Des portions de série renversée s'observent çà et là, entre les écailles successives. Les phénomènes d'étirement et de laminage ont une ampleur extraordinaire.

» Sur le versant ouest de la chaîne affleurent ainsi trois écailles. Chacune d'elles se prolonge fort loin vers l'est : et, comme elles sont plissées, et relevées, sous la crête de Montbrison, en un vaste bombement anticlinal, on peut suivre les deux premières jusqu'à la Durance, et la troisième plus loin encore. Dans chaque écaille, le houiller, fort réduit à l'ouest, devient, vers l'est, de plus en plus épais. Vers Prelles, le houiller du fond de la vallée de la Durance est celui qui forme la base de la troisième écaille; et le grand massif de Pierre-Eyrautz, récemment décrit par MM. Kilian et Lugeon, est constitué par les reploiements de cette même troisième écaille.

» Au nord des Combes, de l'Eychauda à Prorel, on voit une quatrième écaille reposer sur le flysch ou le malm de la troisième. Cette quatrième écaille est formée, à sa base, d'une mince lame de houiller et de trias inférieur et, au-dessus de cette lame, de schistes cristallins intimement associés à des conglomérats. En 1895, j'ai émis l'hypothèse que schistes cristallins et conglomérats étaient d'âge tertiaire. La récente découverte, faite par M. Kilian, de schistes et de conglomérats identiques, près du mont Genèvre, en liaison évidente avec les schistes lustrés, m'a démontré d'une façon péremptoire que les schistes cristallins en question (quel que soit d'ailleurs leur âge) se rattachent aux *roches vertes des schistes lustrés.* C'est donc, à n'en pas douter, de la région des schistes lustrés que vient la quatrième écaille.

» Les quatre écailles sont plissées de la façon la plus énergique. Leurs plis, couchés vers l'ouest, souvent jusqu'à l'horizontale, sont comparables, comme allure générale, à ceux de la zone du flysch et à ceux du bord oriental du Pelvoux.

» Tels sont les faits. Je ne vois que deux manières de les interpréter :

» Dans une première hypothèse, les trois écailles inférieures seraient trois plis couchés superposés formant un paquet analogue à celui du mont Joly. Ces plis auraient leurs racines, les deux premiers le long de la Durance et de la Guisanne, le troisième le long de la ligne axiale de l'éventail. La *zone houillère* garderait ainsi sa signification anticlinale. Sur le paquet des trois plis couchés serait venue, de la région des schistes lustrés, se poser la quatrième écaille. Puis, l'empilement d'écailles aurait été *de nouveau* plissé.

» Dans une seconde hypothèse, les quatre écailles seraient *quatre nappes charriées*, transportées, avant le plissement, pendant la phase préparatoire du ridement post-oligocène. L'empilement aurait été plissé ultérieurement, en une seule fois, et façonné en éventail.

» La première solution se heurte à de graves objections : 1° aucun des paquets de plis couchés que l'on connaît actuellement ne présente ni des phénomènes d'étirement comparables à ceux que l'on observe ici, ni des plissements secondaires d'une semblable énergie; 2° il est peu vraisemblable que l'éventail n'ait pas été façonné dès le premier plissement, et il est encore moins vraisemblable qu'après la formation de l'éventail la quatrième écaille, qui vient certainement de l'est, ait pu venir d'une région où tous les plis étaient déjà déversés vers l'est; 3° sauf en quelques points, par exemple entre l'Argentière et Prelles, rien n'indique une tendance des écailles inférieures à *prendre racine*. Le long de la Guisanne et de la Durance, de Villeneuve à Villard-Saint-Pancrace, le houiller (qui devrait être partout vertical) est presque partout horizontal.

» La deuxième solution échappe à ces objections : elle rend compte de tous les faits locaux observés, et toujours d'une façon plus simple et plus vraisemblable que la première hypothèse. De plus, elle semble s'arranger, mieux que celle-ci, avec ce que nous savons déjà de la géologie des Alpes occidentales. Dans cette deuxième solution, les lambeaux de recouvrement de l'Ubaye deviennent de simples témoins des nappes inférieures de la zone briançonnaise; et il me semble que l'origine de ces lambeaux s'explique mieux ainsi que par l'hypothèse de MM. Kilian et Haug. La brusque apparition des schistes lustrés, à l'est de la zone briançonnaise, et le fait que, dans la région d'Étache, ces schistes sont partout séparés des calcaires triasiques par une lame de quartzites du trias inférieur, n'ont même plus besoin d'explication si l'on admet le charriage. Enfin, comme M. Marcel Bertrand me l'a, depuis longtemps, fait remarquer, les plissements des terrains du mont Jovet, incompréhensibles dans l'ancienne manière de voir (puisque ces terrains sont placés sur le sommet même de l'éventail), n'ont plus rien d'étrange si la zone de l'éventail est une zone charriée.

» Sans doute, cette deuxième solution est, de prime abord, un peu déconcertante, à cause de l'ampleur qu'elle suppose aux phénomènes de charriage. Mais personne, aujourd'hui, ne peut plus révoquer en doute la possibilité de ces phénomènes (les récentes découvertes de M. Marcel Bertrand en Provence sont, à cet égard, tout à fait démonstratives), et l'on ne peut comprendre de semblables charriages sans admettre qu'ils procèdent d'une *cause générale*. Entre les nappes de Provence et celles des Préalpes et des *Klippes* suisses, les nappes du Briançonnais et du Piémont forment le trait d'union qui jusqu'ici manquait; et l'on arrive, grâce à elles, à cette notion rationnelle, entrevue déjà par M. Lugeon, d'un immense système de recouvrements, étalé, avant le dernier ridement des Alpes, sur la majeure partie de l'aire où devait plus tard s'élever la chaîne. »

M. E. **Houpied** adresse une Note relative à un appareil inflammateur des mélanges tonnants, applicable aux moteurs à cylindres uniques ou multiples.

M. A. **Laclau** adresse une Note relative à un remède préventif et curatif des maladies de poitrine.

A 4 heures un quart l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 30 janvier 1899.

Annales de l'observatoire de Nice, publiées *sous les auspices du Bureau des Longitudes*, par M. Perrotin. Tome I. Paris, Gauthier-Villars, 1899; 1 vol. grand in-4°, avec Atlas in-folio. (Présenté par M. Faye.)

Principes de la Théorie mathématique de la Machine à vapeur, par J. Nadal. Paris, Vve Ch. Dunod, 1899; 1 fasc. in-4°.

Annales des maladies de l'oreille, du larynx, du nez et du pharynx, par A. Gouguenheim et M. Lermoyez. Tome XXV, n° 1. Paris, Masson et Cie, 1899; 1 br. in-8°.

Annales agronomiques, par M. P.-P. Dehérain, Membre de l'Institut. Tome XXV, n° 1. Paris, Masson et Cie, 1899; 1 br. in-8°.

Bulletin de la Société géologique de France. Troisième série. Tome XXVI. Paris, siège de la Société, 1899; 1 br. in-8°.

Bulletin économique de l'Indo-Chine. N° 7. Saïgon, 1898; 1 fasc. in-8°.

Tables générales du Recueil des Bulletins de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique. Tomes I à XXX (1881 à 1895). Bruxelles, Hayez, 1898; 1 vol. in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Belgique. Tome XII. Bruxelles, Hayez, 1898; 1 fasc. in-8°.

Bulletin international de l'Académie des Sciences de Cracovie. Décembre 1898. Cracovie, imprimerie de l'Université, 1898; 1 fasc. in-8°.

Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft. N° 1. Berlin, R. Friedländer und Sohn, 1899; 1 vol. in-8°.

Fourteenth annual report of the Bureau of animal industry, 1897. Washi g-ton, Government printing office, 1898; 1 vol. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 6 février 1899.

Annales de l'observatoire de Bordeaux, publiées par G. Rayet. Tome VIII. Paris, Gauthier-Villars, et Bordeaux, Feret et fils, 1898; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Lœwy.)

Observations pluviométriques et thermométriques faites dans le département de la Gironde, de juin 1897 à mai 1898. Note de M. G. Rayet. Bordeaux, imp. G. Gounouilhou, 1898; 1 br. in-8°.

Recueil de données numériques, publié par la Société française de Physique. *Optique,* par H. Dufet. Deuxième fascicule : *Propriétés optiques des solides.* Paris, Gauthier-Villars, 1899; 1 vol. in-8°.

La photographie des animaux aquatiques, par Fabre-Domergue. Paris, Georges Carré et C. Naud, 1899; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Marey.)

Les bandages pneumatiques et la résistance au roulement, par le baron de Mauni. Paris, Vve Ch. Dunod, 1899; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Léauté.)

Société d'encouragement pour l'Industrie nationale. Annuaire pour l'année 1899. Paris, typ. Chamerot et Renouard, 1899; 1 vol. in-12.

Travaux du Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de l'Université de Grenoble, 1897-1898. Tome IV, 2e et dernier fascicule. Grenoble, imp. Allier frères, 1898; 1 vol. in-8°.

Procès-Verbaux des séances de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux. Année 1897-1898. Paris, Gauthier-Villars, et Bordeaux, Feret et fils, 1898; 1 vol. in-8°.

Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux. 5e série, Tome IV. Paris, Gauthier-Villars, et Bordeaux, Feret et fils, 1898; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société industrielle d'Amiens. Tome XXXVI, n° 6, novembre 1898. Amiens, imp. E. Jeunet, 1898; 1 fasc. in-8°.

Conspectus hepaticarum Archipelagi. Indice..., von Dr Victor Schiffner. Batavia, Staatsdruckerei, 1898; 1 vol. in-8°.

Contribution à l'étude lithologique, microscopique et chimique des roches sé-

dimentaires, secondaires et tertiaires du Portugal, par M. Bleicher. Lisbonne, impr. de l'Académie royale des Sciences, 1898; 1 vol. in-8°, avec 7 planches.

Transactions of the american Society of mechanical engineers. Vol. XIX, 1898. New York city, published by the Society, 1898; 1 vol in-8°.

Iowa geological Survey. Vol. VIII. Annual report, 1897, with accompanying papers. Des Moines, pub. for the « Iowa geological Survey », 1898; 1 vol. in-8°.

Wissenschaftliche Ergebnisse der Reisen in Madagaskar und Ostafrika, in den Jahren 1889-1895, von Dr A. Vœltzkow. Bd. I, Heft III, mit 7 Tafeln. Frankfurt a. M., 1898; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Alfred Grandidier.)

Die Blasenzellen von Antithamnion Plumula (*Ellis*) *Thur. und* Antithamnion cruciatum (*Ag.*) *Näg.*, von Dr A. Nestler. Kiel und Leipzig, Lipsius und Tischer, 1898; 1 fasc. in-4°.

Amphibienreste aus dem Diatomaceenschiefer von Sulloditz im Böhm. Mittelgebirge, von Dr Gustav-C. Laube. Prag, 1898; 1 fasc. in-4°, mit einer Tafel.

Di un nuovo metodo sperimentale per lo studio dell' assorbimento della luce nel campo magnetico. II. *Nota del socio Augusto Righi.* Roma, tipogr. della R. Accademia dei Lincei, 1898; 1 fasc. in-8°.



COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 FÉVRIER 1899,

PRÉSIDENCE DE M. VAN TIEGHEM.

M. le **Président**, en ouvrant la séance, s'exprime comme il suit :

« La mort de M. Félix Faure, Président de la République, a mis la France en deuil. L'Académie des Sciences ne saurait manquer de s'associer aux regrets profonds et unanimes que cette perte soudaine a provoqués dans le pays tout entier. Pour donner une sanction à nos sentiments, je lève la séance en signe de deuil.

» Les pièces de la Correspondance, déposées sur le bureau, seront insérées aux *Comptes rendus*. »

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ÉCONOMIE RURALE. — *Le travail du sol;* par M. **P.-P. Dehérain.**

« Pour qu'une plante se développe normalement, il faut qu'elle envoie ses racines dans un sol aéré, humide et chargé des substances qui lui servent d'aliments. Depuis plusieurs années, j'ai exécuté de nombreuses recherches pour savoir comment le travail du sol, son ameublissement par les instruments favorisait son aération, son approvisionnement d'eau et la production des nitrates.

» Je me suis d'abord préoccupé de l'état d'aération des sols en place. Pour le connaître, j'ai fait construire des cadres, boîtes carrées en tôle, sans fond, dont les parois latérales sont rebroussées à angle droit. On les enfonce dans le sol jusqu'à ce que les rebords reposent sur la terre; on les enlève, on les retourne pour aplanir la terre au ras du cadre et l'on pèse; en défalquant le poids du cadre, on a le poids d'un volume de terre, représentant la capacité du cadre, 6^{lit} ou 8^{lit} suivant que la hauteur du cadre est de 15^{cm} ou de 20^{cm}, le côté du carré horizontal étant toujours de 20^{cm}. On prélève un échantillon de terre et l'on détermine au laboratoire la quantité d'eau qu'il renferme; en le déduisant du poids total, on a le poids de terre sèche, et son volume en divisant ce poids par 2,6, densité de la terre sèche du domaine de Grignon, où ont été faites les déterminations. Si l'on a opéré avec le cadre de 15^{cm} de hauteur, présentant une capacité de 6000^{cc}, on aura l'équation

$$6000 = \frac{P}{2,6} + P' + x,$$

dans laquelle P est le poids de la terre sèche, P′ le poids de l'eau qui se confond avec son volume et x le volume de l'air (¹).

» On a trouvé que, si, dans une terre en place bien travaillée, 100 volumes renfermaient jusqu'à 40 volumes d'air, on en trouvait encore 20 vo-

(¹) Le détail des déterminations se trouve dans le t. XXII des *Annales agron.*, p. 449.

lumes sur 100, dans une terre de bois ou de prairie qui, depuis un temps immémorial, n'avait pas été remuée par la charrue.

» Comme, d'autre part, toutes les analyses d'atmosphère du sol, exécutées successivement par Boussingault et Lévy, M. Schlœsing fils et moi-même, ont démontré que cet air était toujours oxygéné, on en peut conclure que le travail de la terre n'a pas essentiellement pour but de l'aérer.

» L'air n'y fait défaut que lorsqu'elle est gorgée d'eau, mais, pour l'assainir, il faut exécuter des travaux spéciaux tout à fait différents des labours ou des hersages employés pour ameublir le sol; or c'est l'utilité de cet ameublissement que j'ai seule en vue en ce moment.

» J'ai alors porté mes investigations sur l'influence qu'exerce le travail du sol sur son approvisionnement d'eau.

» Tout le monde a remarqué que l'eau qui tombe sur une terre tassée ne s'y infiltre que très lentement, lorsque la surface est horizontale et glisse sur elle sans la pénétrer, si elle est inclinée. Il en est tout autrement pour une terre ameublie, l'eau la pénètre, s'y accumule et finit par la traverser.

» On montre ces différences, dans un cours, en plaçant d'une part, dans un entonnoir, 200^{gr} de terre sèche et poreuse, et dans un autre encore 200^{gr} de terre qu'on tasse au maximum en l'humectant, puis en la comprimant avec une surface métallique; on fait tomber sur la terre meuble et sur la terre tassée de l'eau en pluie, puis on pèse quand le changement de teinte montre que toute la terre est mouillée; on a trouvé que 100^{gr} de terre meuble se chargent de 41 parties d'eau, tandis que la terre tassée n'en a pris que 20,6. Les particules de terre laissent entre elles des vides, qui sont nombreux et spacieux quand elle est ameublie, plus rares et plus restreints quand elle est tassée. L'eau et l'air se logent dans ces espaces et l'on conçoit qu'une terre ameublie absorbe plus d'eau que ne le peut faire une terre tassée.

» En répétant ce même essai avec des terres de diverses natures, on a toujours trouvé que l'ameublissement favorisait l'approvisionnement d'eau, et, si l'on se rappelle combien est énorme la transpiration végétale, si l'on se souvient qu'une plante herbacée évapore de 250 à 300 parties d'eau pendant le temps qu'elle élabore 1 partie de matière sèche, on concevra déjà quel intérêt trouve le cultivateur à ameublir sa terre, puisque du même coup il y assure un puissant approvisionnement d'eau.

» L'ameublissement présente encore un autre avantage et très grand : il favorise la formation de fortes réserves dans le sous-sol.

» Pour savoir comment l'eau s'infiltrait dans une terre ameublie ou

dans une terre tassée, j'ai fait construire en cuivre rouge des cloches contenant 5^{lit} environ et munies de quatre orifices auxquels étaient soudés des tubes de cuivre.

» Un de ces orifices est pratiqué sur le fond même de la cloche, les autres sur la paroi verticale ; celui du haut est placé à $0^m,03$ de la surface supérieure, le deuxième à $0^m,08$, le dernier à $0^m,12$.

» Ces cloches, au nombre de quatre, ont été remplies d'une même terre : meuble pour les deux premières, tassée au maximum pour les deux dernières. Pour les soustraire aux radiations solaires et éviter leur échauffement, je les ai placées dans des boîtes en bois, les tubes latéraux traversant une des parois. L'espace compris entre la cloche cylindrique et la boîte quadrangulaire était rempli de sable fin qu'on préservait de la pluie par un couvercle en bois, percé d'une ouverture circulaire de même diamètre que la cloche de cuivre.

» Les observations ont été recueillis pendant l'automne 1897 et l'hiver 1897-1898. Quelques déterminations de la température des diverses couches de terre, exécutées en enfonçant des thermomètres dans les tubes latéraux n'ont pas présenté de différences sensibles avec la température de l'air.

» On a prélevé toutes les semaines des échantillons de terre par les orifices latéraux afin d'y déterminer l'humidité (¹). On a reconnu ainsi que l'eau s'infiltre aisément au travers de la terre meuble et que très vite le taux d'humidité devient le même à diverses hauteurs, mais qu'il n'en est plus ainsi dans la terre tassée et que, pendant longtemps, la couche inférieure est beaucoup plus sèche que les couches superficielles.

» D'autres expériences, exécutées encore pendant l'hiver, sur une terre forte et sur une terre légère, meubles ou tassées, ont permis, non seulement d'observer la distribution de l'eau à diverses hauteurs, mais encore de recueillir les eaux qui avaient traversé.

» J'ai trouvé en opérant sur une terre forte les nombres suivants :

	Sur 100 d'eau tombée.	
	Terre tassée.	Terre meuble.
Eau retenue par la terre	10,2	21,9
Eau écoulée par l'orifice inférieur	9,6	64,4
Eau évaporée	80,1	13,6

(¹) Le détail des observations se trouve dans le t. XXIV des *Annales agronomiques*, p. 449.

» Les différences sont considérables. Non seulement une terre bien ameublie retient plus d'eau qu'une terre tassée, mais en outre, comme elle est très perméable, elle laisse couler dans le sous-sol beaucoup plus d'eau que ne le fait une terre tassée; elle perd donc infiniment moins par évaporation. Dans une terre meuble, l'eau descend aisément : elle séjourne au contraire sur une terre forte, et déjà elle est exposée à une grande déperdition, ou, si elle pénètre, elle ne s'enfonce qu'à une faible profondeur, puis remonte par capillarité jusqu'à la surface, où elle s'évapore.

» L'ameublissement de la terre a donc essentiellement pour effet de permettre à l'eau de s'emmagasiner dans les profondeurs.

» Les expériences exécutées sur une terre légère ont encore montré des résultats analogues; ils sont résumés dans le Tableau suivant :

	Pour 100 d'eau tombée.	
	Terre tassée.	Terre meuble.
Eau retenue par la terre	34,9	22,9
Eau écoulée par l'orifice inférieur	30,0	64,4
Eau évaporée	35,0	12,7

» On remarquera que, contrairement à ce qu'on avait observé jusque-là, la terre tassée a retenu plus d'eau que la terre meuble; cette irrégularité doit être attribuée à un effondrement qui s'est produit dans la terre meuble au cours des observations. Du 5 au 13 février 1898, la terre a reçu 251^{cc} d'eau; on a recueilli, au-dessous de la terre meuble, 295^{cc} d'eau de drainage, c'est-à-dire que la terre a laissé couler plus d'eau qu'elle n'en a reçu.

» Ce résultat, qui paraît paradoxal, au premier abord, puisqu'il montre qu'après la pluie la terre retient moins d'eau qu'elle n'en contenait avant l'averse, ou encore, que sous l'influence de la pluie elle s'est desséchée, est dû à l'effondrement que provoque l'arrivée de l'eau dans une terre meuble déjà saturée d'humidité (¹).

» Une terre très bien travaillée est très poreuse, elle présente de nombreux espaces vides dans lesquels se logent l'air et l'eau. Les particules solides ne se touchent que par quelques points, elles sont dans un état d'équilibre instable que parfois la pluie détruit; le volume de la terre diminue, les espaces vides se comblent; l'eau qui y restait suspendue est expulsée, comme elle l'est d'une éponge fortement pressée.

(¹) J'ai déjà donné des exemples de ce singulier effet de la pluie (*Comptes rendus*, t. CXXII, p. 111).

» Cette remarque présente une grande importance, car elle nous fait concevoir que l'ameublissement du sol par les instruments n'est pas durable et comment il est nécessaire, tous les ans, de refaire le travail que la pluie a détruit.

» En résumé, les expériences précédentes prouvent qu'en travaillant la terre on lui permet d'emmagasiner dans le sol de puissantes réserves d'humidité. Il convient de montrer maintenant que cet approvisionnement d'eau des couches profondes exerce une influence décisive sur l'abondance des récoltes.

» Les cases de végétation de Grignon m'en fournissent un excellent exemple. Elles ne présentent qu'une profondeur de 1^m, et l'eau qui a traversé cette couche de terre s'écoule au dehors; il n'y a donc pas de réserve dans le sous-sol. Les récoltes de blé y sont très inférieures à celles qu'on obtient des parcelles voisines, bien que la nature de la terre soit la même. En moyenne, pendant ces dernières années, je n'ai obtenu des cases, en calculant pour un hectare, que 20 quintaux métriques de grain, contre 30 dans les parcelles.

» Pour saisir les causes de cette différence, il faut savoir que les racines de blé ne portent de poils absorbants que sur leurs parties jeunes, nouvellement développées. Quand arrive le mois de mai ou de juin, toute la partie supérieure de la racine en est dépourvue; on ne les aperçoit plus qu'aux extrémités, de croissance récente. Or ces racines de blé s'enfoncent tout droit dans le sol et pénètrent jusqu'à des profondeurs dépassant 1^m. Dans les cases, elles s'enroulent autour des cailloux qui tapissent le fond pour assurer l'écoulement des eaux de drainage; les racines s'y ramifient, mais ces cailloux ne retiennent pas l'eau, et la partie supérieure de la racine, ne pouvant profiter de l'humidité des couches superficielles, puisque les poils absorbants font défaut, n'envoie plus à la tige qu'une quantité d'eau insuffisante; le blé jaunit et la récolte est médiocre. Il en est tout autrement quand le sous-sol est humide; je connais une pièce de terre, dans la Limagne d'Auvergne, où l'eau est si abondante dans le sous-sol que les roseaux se mêlent au blé, et cependant les récoltes y sont admirables. Les plus grands rendements que j'aie observés, dans les départements du Nord et du Pas-de-Calais avec feu M. Porion, l'ont été dans une pièce reposant sur une couche d'argile, imperméable, qu'il avait fallu drainer. Dans cette argile, l'eau ne faisait jamais défaut, et l'on a recueilli par hectare jusqu'à 48 quintaux métriques de grain. On sait, en effet, que les terres fortes à sous-sol argileux sont essentiellement des terres à blé.

» Les racines des betteraves ne s'enfoncent pas aussi profondément que celles du blé : elles profitent surtout de l'eau contenue dans la couche ameublie; aussi pendant les années humides les récoltes obtenues sur les cases sont-elles semblables à celles que fournissent les parcelles de pleine terre. Il n'en est plus ainsi pendant les années sèches; les réserves du sous-sol remontent alors par capillarité et suppléent à l'insuffisance de la pluie. Pendant l'automne très sec de 1895, les betteraves à sucre des parcelles n'ont rien présenté d'anormal, tandis que celles des cases, où les réserves d'humidité du sous-sol n'existent pas, étaient petites, raccornies, et renfermaient 36 pour 100 de matière sèche, au lieu de 20 qu'elles contiennent d'ordinaire.

» Assurer les réserves d'humidité du sol et du sous-sol, tel me paraît être l'utilité du travail du sol, et l'on conçoit qu'il soit efficace puisque cette humidité est la condition même du travail des ferments qui fixent l'azote dans le sol et l'y rendent assimilable. »

MÉCANIQUE BIOLOGIQUE. — *Chaleur libérée ou absorbée par la mise en jeu de l'élasticité du caoutchouc, dans les conditions qui peuvent être réalisées pour l'élasticité du muscle en contraction. Applications à l'énergétique musculaire;* par M. **A. Chauveau.**

« Les conditions étudiées dans la Note du 13 février, pour la production des phénomènes thermiques liés à la mise en jeu de l'élasticité du caoutchouc, ne sont pas celles qu'on est exposé à rencontrer dans le cas du muscle en état de travail physiologique. Cette rencontre ne peut avoir lieu que pour les conditions suivantes, les seules à exploiter au point de vue des applications à la Physiologie musculaire.

» I. *Mise en jeu de l'élasticité du caoutchouc par l'emploi de charges simples, appliquées ou retranchées d'un seul coup.* — Il est évident que le mécanisme précédemment décrit (*Note du* 13) s'applique à la production des phénomènes thermiques obtenus dans ces conditions nouvelles. On pourrait donc tracer à l'avance les schémas de ces phénomènes, puis comparer ces schémas avec les résultats expérimentaux, reproduits graphiquement, comme on a fait pour les conditions de la méthode des charges fractionnées. Mais ce serait moins utile et de plus beaucoup moins simple.

» Les conditions de la deuxième méthode se montrent, en effet, assez compliquées, quand on les compare à celles de la première. Avec celle-ci, les chemins parcourus par

les charges sont égaux et sont ainsi accomplis facilement dans le même temps, surtout si l'on a soin d'accompagner à la main le mouvement des charges, en se réglant sur les battements d'un métronome. D'un autre côté, la valeur du *travail négatif* a des rapports nettement déterminés avec celle du *travail positif* correspondant, étant donné que la charge entraînée dans le travail positif est toujours inférieure d'une unité à celle qui accomplit le travail négatif. De là une grande uniformité des conditions expérimentales, permettant d'obtenir des résultats absolument comparables entre eux, ainsi qu'aux résultats théoriques.

» Avec l'autre méthode, on est loin de cette uniformité absolue ou relative. Les chemins parcourus croissent avec les charges et ne sont pas accomplis avec une rapidité uniforme. Or on verra plus loin quelle énorme influence la vitesse avec laquelle s'effectuent les travaux intérieurs du caoutchouc peut exercer sur leurs manifestations thermiques. Enfin la valeur du travail positif provoqué par la suppression des charges n'a point de rapports déterminés avec celle du travail négatif correspondant. Cette valeur du travail positif dépend, en effet, du poids soulevé, qui est le poids tenseur primitif, quand il y en a un, et qui doit être nécessairement un peu faible, si l'on ne veut pas troubler l'apparition du phénomène de l'inversion thermique, dans le cas où l'élasticité est mise en jeu par traction.

» Malgré ces causes de trouble, on peut tirer bon parti des expériences exécutées avec la présente méthode. Mais il est nécessaire d'accompagner à la main le mouvement des charges, non pas pour en uniformiser la durée, mais dans le but de la régulariser.

» A. *Cas de l'élasticité mise en jeu par traction.* — C'est le cas qui a été le plus étudié par les auteurs et c'est également celui qui a fait l'objet du plus grand nombre de mes expériences, toutes exécutées sur un faisceau de quatre lanières de 50^{cm} de longueur et de 7^{mm} de diamètre. J'ai déjà fait connaître les résultats moyens d'une de mes séries (première Note, *fig.* 1). Il suffit d'y ajouter ceux de deux autres séries.

» *Expériences* n° 1. — Les conditions extérieures étant favorables, on a donné au galvanomètre une assez grande sensibilité. Une exposition quelconque n'ajouterait rien à l'intelligence des graphiques qui, dans la *fig.* 1, représentent les résultats moyens de l'expérience (¹). Construits exactement d'après les principes de ma précédente Note, ces graphiques font ressortir aussi bien les faits constatés que les conditions

---

(¹) Dans tous les graphiques joints à cette Note, les ordonnées en noir s'élevant de l'abscisse O représentent les échauffements; les ordonnées en clair abaissées de cette même abscisse représentent les refroidissements. La valeur relative de ces phénomènes thermiques est donnée par les chiffres des échelles parallèles aux ordonnées. Celles des abscisses donnent la mesure de la valeur relative des allongements ou des raccourcissements.

Pour gagner de la place, on a fait pénétrer A' de la *fig.* 1 dans une échancrure de la *fig.* 2.

dans lesquelles ces faits ont été obtenus. Il y a : 1° les séries A, A', avec emploi de la

Fig. 1.

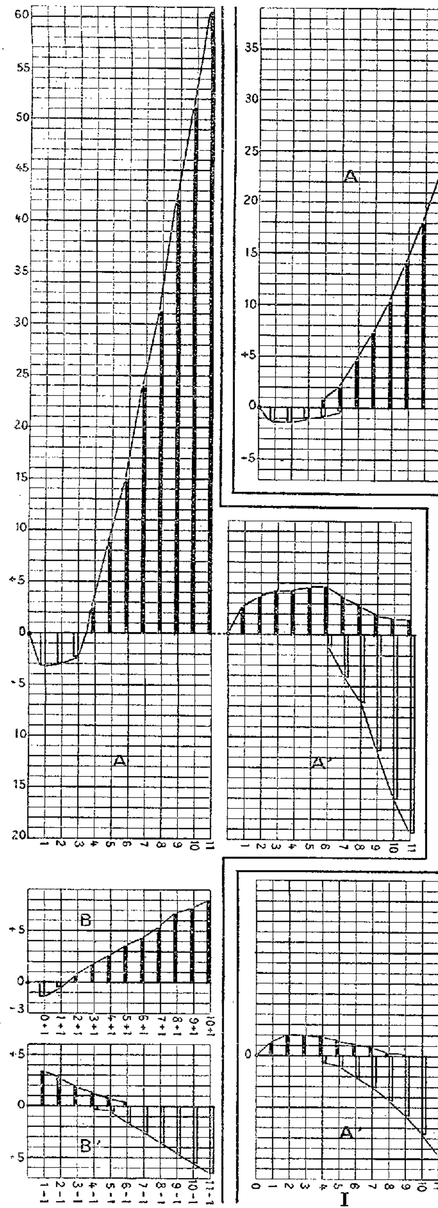
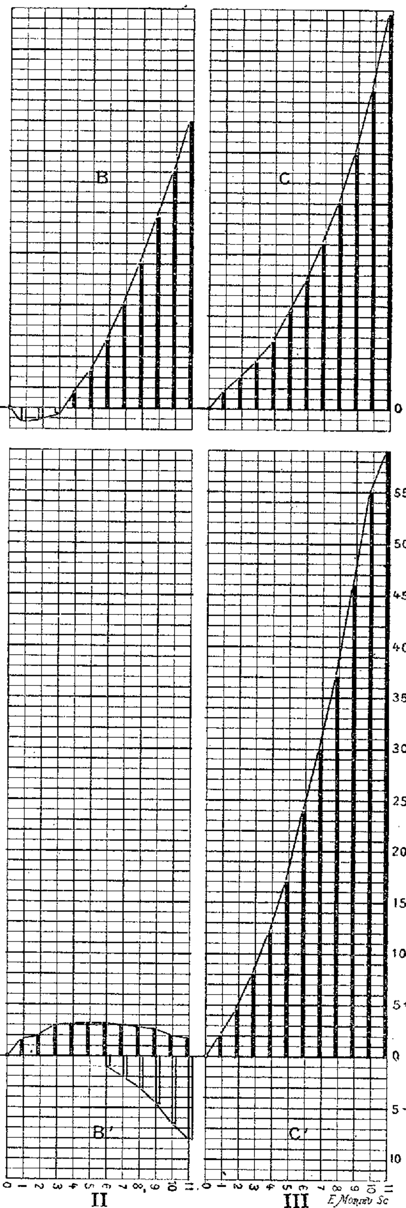


Fig. 2.



méthode des charges simples; 2° les séries comparatives, B, B', avec emploi de la mé-

thode des charges fractionnées. A et B représentent les phénomènes thermiques de l'allongement; A', B' les phénomènes thermiques de la rétraction.

» *Expériences* n° 2. — Dans ces expériences (*fig.* 2), où l'on n'a exploité que la méthode des charges simples, sont intervenues diverses conditions dont il sera question plus loin. Pour le moment, j'appelle seulement l'attention sur les graphiques de la série I (A, allongement, A', rétraction), dans laquelle les expériences, exécutées sur un faisceau de lanières neuves n'ayant encore subi aucune fatigue, ont donné des résultats tout à fait typiques. Il n'a point été exécuté d'expériences comparatives avec emploi de la méthode des charges fractionnées.

» B. *Cas de la mise en jeu de l'élasticité par compression.* — Avec un cylindre de caoutchouc comprimé de bout en bout, sous un levier du second genre, au moyen de charges conduites à la main, voici ce que l'on obtient :

» *Expériences.* — Les graphiques de la *fig.* 3 représentent les résultats des séries exécutées une après-midi où les conditions magnétiques favorables avaient permis de donner au galvanomètre une grande sensibilité. On a pu comparer les deux méthodes. Avec celle des charges simples, au nombre de douze, graduellement croissantes, les déviations du rayon lumineux ont pris une telle ampleur qu'on n'a pu faire partir de la même abscisse les ordonnées représentatives des échauffements de la compression A et celles des refroidissements de la décompression A' (1). Avec la méthode des charges fractionnées, les poids ajoutés ou retranchés ont varié par deux unités, en sorte qu'on n'a eu que dix changements dans les effets thermiques de la compression B et dans ceux de la décompression B'.

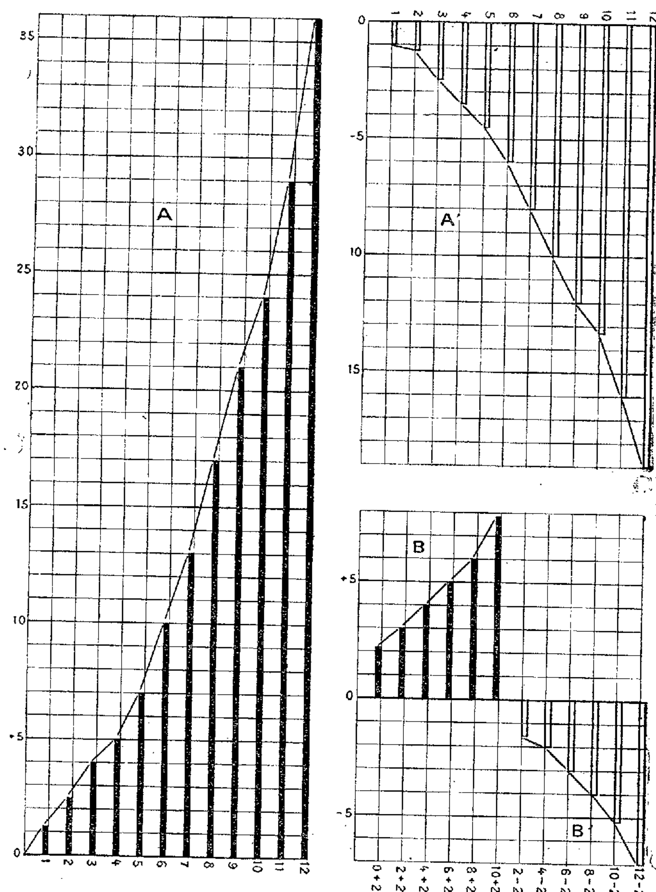
» C. *Conclusions à tirer des expériences sur la mise en jeu de l'élasticité par l'emploi de charges simples ajoutées ou retranchées d'un seul coup.* — 1° D'une manière générale, on peut dire que la méthode des charges simples donne, au point de vue des effets thermiques, les mêmes résultats que la méthode des charges fractionnées. La résultante de ces effets est une *somme* ou une *différence,* suivant que l'élasticité est mise en jeu par *compression* ou par *traction.*

» 2° Toutefois, quand le résultat est *différentiel,* la neutralité et l'inversion thermiques ne se rencontrent avec toute leur netteté que dans le cas d'allongement. Avec la rétraction, l'inversion se produit; mais elle ne se manifeste plus d'une manière aussi simple que dans le cas des charges fractionnées. Il y a bien échauffement avec les petites rétractions et refroi-

(1) Les valeurs des ordonnées ont dû être réduites au quart dans la figure. Ainsi, en A (échauffements de la compression), la course maxima du faisceau lumineux sur l'échelle galvanométrique atteignait 144 divisions, qui ont été ramenées à 36 dans la construction du graphique.

dissement croissant avec les grandes. Mais celui-ci n'est pas habituellement pur. Il est précédé d'un léger échauffement, dont la valeur, du reste, paraît suivre une marche décroissante. Cet échauffement semblerait indiquer qu'au début de toutes les rétractions, le retrait des espaces intermoléculaires s'effectue plus rapidement que le retour des molécules à leur position d'équilibre. Mais il se pourrait aussi que cet échauffement tînt tout simple-

Fig. 3.



ment à une défectuosité instrumentale, permettant une traction rudimentaire effectuée immédiatement avant le relâchement, à l'insu de l'opérateur. En tous cas, cette apparente irrégularité n'est pas de nature à faire porter la moindre suspicion sur l'exactitude du mécanisme général des phénomènes thermiques provoqués par la mise en jeu de l'élasticité.

» II. *Influence exercée sur les phénomènes thermiques dus à l'allongement et à la rétraction du caoutchouc par la vitesse imprimée à ces deux mouvements.* — On a fait pressentir tout à l'heure l'importance de cette étude. Voici comment elle a été faite :

» *Expériences.* — Les trois séries de graphiques de la *fig.* 2 sont consacrées à ce sujet. Elles représentent les résultats moyens d'expériences dans lesquelles les allongements et les rétractions ont été exécutés (sans charges) à la main avec des vitesses différentes : I, vitesse moyenne (environ une seconde et demie) ; II, vitesse plus grande ; III, vitesse aussi grande que possible. Dans ce dernier cas, la main ne suivait pas le mouvement de rétraction ; on lâchait brusquement la manivelle de la poulie et le faisceau de lanières revenait de lui-même à sa longueur primitive, sans déplacer d'autre résistance extérieure que celle de la poulie. Voici les résultats :

» *Dans le cas d'allongement,* A, B, C : 1° les *échauffements* s'accroissent avec la vitesse ; 2° la phase initiale de *refroidissement* se raccourcit d'abord et disparaît ensuite complètement de la série.

» *Dans le cas de rétraction,* A', B', C', la phase des *refroidissements* de la fin des séries se raccourcit d'abord et disparaît ensuite complètement. Non seulement les refroidissements sont alors supprimés, mais les échauffements qui les remplacent acquièrent une valeur relative considérable.

» En résumé, *on ne constate plus que des échauffements, dans tous les cas, quand l'allongement et la rétraction du caoutchouc s'effectuent avec une très grande rapidité.* Donc, avec l'*allongement,* l'influence thermique exercée par l'éloignement des molécules de leur position d'équilibre l'emporte constamment sur l'influence thermique de la dilatation des espaces intermoléculaires. Inversement, avec la *rétraction,* l'influence thermique du retrait des espaces intermoléculaires prédomine toujours sur celle du retour des molécules à leur position d'équilibre.

» On explique très facilement ces modifications.

» Avec l'*allongement,* la valeur du travail extérieur qui en est la cause n'est pas changée ; mais, comme la force vive que représente ce travail se détruit plus rapidement, cette destruction rapide arrive de suite à libérer une quantité de chaleur supérieure à celle qu'absorbe la dilatation des espaces intermoléculaires.

» Avec la *rétraction,* il n'y a plus, pour ainsi dire, de travail extérieur (travail positif) puisque les résistances déplacées sont extrêmement réduites. Donc, la chaleur absorbée par ce travail se réduit de la même manière. Alors la chaleur libérée par la contraction concomitante des espaces intermoléculaires se manifeste presque sans atténuation.

» III. *Applications physiologiques.* — On sait que les phénomènes thermiques observés dans le muscle en contraction sont essentiellement liés à la dépense énergétique qu'entraîne la création du travail physiologique

que représente la contraction musculaire. Mais le muscle en contraction est doué d'une élasticité parfaite qui est facilement mise en jeu, comme celle des corps inertes, par l'intervention de forces extérieures. Donc tous les phénomènes liés à cette mise en jeu de l'élasticité peuvent être provoqués dans le muscle contracté, aussi bien que dans les substances inertes. Ils se mêleraient alors à ceux qui appartiennent en propre au chimisme musculaire.

» Ainsi prenons le muscle biceps de l'homme, en contraction statique pour le soutien fixe d'une charge. Si une surcharge est appliquée brusquement, elle allonge le muscle et la suppression brusque de cette surcharge permet à l'organe de reprendre exactement sa longueur première. Évidemment les phénomènes mécaniques intimes accompagnant cet allongement et cette rétraction, dans un faisceau de caoutchouc, se reproduisent exactement dans le muscle. L'*allongement* de celui-ci détermine, avec les déplacements qui éloignent les molécules du tissu musculaire de leur position d'équilibre, la dilatation des espaces intermoléculaires. La *rétraction* provoque, avec les déplacements qui ramènent les molécules musculaires à leur position d'équilibre, la contraction des espaces intermoléculaires. D'où les conséquences thermiques liées, dans les deux cas, à ces deux travaux intérieurs, c'est-à-dire l'inversion thermique possible dans les séries croissantes ou décroissantes des allongements et des rétractions.

» Dans les conditions habituelles, l'observation d'une telle inversion est tout à fait impossible, en raison de la prédominance énorme des phénomènes d'échauffement dus à la dépense chimique qu'entraînent la création et l'entretien de l'état de contraction. Mais cette suprématie peut être abolie, si le chimisme provocateur du travail de la contraction est réduit à un certain minimum, comme il arrive dans les muscles en contraction statique sous un raccourcissement insignifiant, avec soutien d'une charge faible.

» Le cas n'est guère réalisable chez l'homme. Mais le gastro-cnémien de la grenouille, en place ou isolé, se prête très bien à la réalisation des conditions nécessaires aux vérifications expérimentales à faire. Les expériences toutes faites ne manquent pas, du reste, dans mes documents de laboratoire.

» *a.* J'en ai accumulé, autrefois, un grand nombre sur les effets thermiques de l'étirement du muscle contracté. Quelques-uns de ces documents ont été utilisés dans les Notes (*Comptes rendus,* t. CXXIV) consacrées à la *Méthode nouvelle pour*

s'assurer si, dans les milieux vivants, comme dans le monde inanimé, le travail positif « prend » de l'énergie au moteur et si le travail négatif lui en « donne » (¹). J'ai montré alors que l'étirement du gastro-cnémien, mis pour un court instant en contraction statique par tétanisation, accroît généralement, d'une manière très sensible, l'échauffement du muscle. Cependant il s'est rencontré des cas où, malgré l'étirement, le seul phénomène thermique constaté a été purement et simplement un léger refroidissement. De ces faits, il n'avait pas été tenu compte, parce qu'on les avait mentionnés comme défectueux. Mais la défectuosité signalée consistait tout simplement en ceci, que le raccourcissement préalable du muscle avait été peu marqué et qu'il n'avait fallu qu'une traction relativement faible pour le faire cesser. Évidemment, dans ce cas, la production de chaleur d'origine chimique avait été inappréciable, et l'effet thermique lié à la dilatation *mécanique* des espaces intermoléculaires, c'est-à-dire le refroidissement, avait pu devenir apparent.

» *b.* Je trouve des faits analogues dans des expériences sur le gastro-cnémien plus ou moins tendu par une charge et fixé à ses deux extrémités. Dans ces conditions, le muscle ne peut éprouver aucun changement de longueur, quand on en provoque la contraction avec une excitation tétanisante du nerf. Or, lorsque l'excitation était forte, la contraction déterminait le fait bien connu d'un échauffement supérieur à celui du muscle libre. Si, au contraire, l'excitation était faible, il n'était pas rare de constater un léger refroidissement à la place de l'échauffement. Ces faits, d'apparence contradictoire et tout à fait déroutants, avaient été laissés entièrement de côté. Ils s'expliquent maintenant très bien. Les muscles placés dans les conditions que je viens de dire disposent d'emblée leurs molécules comme celles des muscles préalablement raccourcis et allongés ensuite. Ce sont donc exactement les mêmes travaux intérieurs qui sont accomplis dans les deux cas, et il en dérive les mêmes phénomènes thermiques. Par exemple, la contraction du muscle fixé provoque sûrement l'agrandissement des espaces intermoléculaires, et l'effet thermique de ce travail intérieur peut prédominer si la contraction a été faible. D'où refroidissement.

c. Que si, maintenant, nous considérons le cas du refroidissement déterminé dans le muscle libre par de faibles contractions, nous avons le droit d'invoquer le même mécanisme pour expliquer ce refroidissement. Un muscle faiblement excité, se raccourcissant peu et soulevant à peine son poids tenseur, est exactement dans le cas d'une lanière de caoutchouc peu chargée, sur laquelle on tire et qu'on tend faiblement. Notre muscle se met de lui-même, en se contractant et *en s'appuyant sur sa charge,* dans le même état de faible tension élastique. Et alors, il y a refroidissement par prédominance du processus thermique dépendant de l'agrandissement des espaces intermoléculaires.

» Ainsi disparaît l'une des difficultés les plus embarrassantes que ren-

---

(¹) Naturellement, ces Notes ne sont plus, non quant au fond, mais en ce qui concerne les faits de détail, surtout sur l'élasticité du caoutchouc, en accord avec les notions nouvelles acquises dans mes travaux actuels.

contrait l'établissement de la loi générale de l'énergétique musculaire. Ce refroidissement du muscle faiblement contracté était le dernier argument des partisans de la théorie thermodynamique. Ils y voyaient la preuve de la transformation directe de la chaleur en travail mécanique dans le muscle. Grâce à l'étude méthodique des phénomènes thermiques, engendrés par l'élasticité du caoutchouc, étude dont les résultats sont, en tous points, applicables à l'élasticité du muscle en contraction, cette objection est définitivement écartée. *Dans tous les cas, sans exception, le travail intérieur ou physiologique du muscle, cause du travail extérieur ou mécanique, procède directement du métabolisme chimique, qui est la source de la dépense énergétique des organes en activité.* »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Dosage de l'oxyde de carbone.* Note de M. **Armand Gautier.**

« Au numéro des *Comptes rendus* du 30 janvier dernier, page 309, MM. Schlagdenhauffen et Pagel attribuent à M. Nicloux la méthode de dosage par l'anhydride de l'oxyde de carbone dilué dans de grands volumes d'air ou d'autres gaz, méthode que j'avais employée et décrite plusieurs années avant cet auteur, ainsi que M. Nicloux lui-même a bien voulu le reconnaître en diverses occasions, ce qui aura échappé aux auteurs précités [1].

» J'ajoute que depuis longtemps je ne dose plus CO par l'acide carbonique qui en dérive, méthode peu sensible si l'on opère pondéralement, très délicate et très pénible si l'on dose volumétriquement l'acide carbonique produit. Je pèse la quantité d'iode que CO met en liberté en passant à 70° sur l'anhydride iodique, iode que je recueille sur du cuivre en poudre (*Comptes rendus*, t. CXXVI; p. 794 et 1299).

---

(1) Voir à ce sujet ma Note aux *Comptes rendus*, 14 mars 1898, page 793 et le Mémoire de M. Nicloux aux *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, tome XIV, pages 566 et 567. Dans ce Mémoire, M. Nicloux, après avoir relaté les observations qui démontrent l'oxydabilité par I^2O^5 de l'oxyde de carbone dilué dans de grands volumes d'air, ajoute à propos de sa Communication à l'Académie du 7 mars 1898 : « J'ignorais à cette époque que M. Armand Gautier se servait de cette réaction depuis six ou sept années pour doser l'oxyde de carbone dans l'air... et que le procédé était indiqué dans la thèse de son élève M. Hélier.... Le premier, M. Armand Gautier a appliqué la réaction signalée par M. Ditte au dosage de l'oxyde de carbone dans l'air ».

» J'ai aussi donné, aux *Comptes rendus* (t. CXXVI; p. 871), diverses indications relatives à l'oxydabilité de l'oxyde de carbone, pur ou dilué de gaz, par plusieurs réactifs dont quelques-uns ont été repris par MM. Schlagdenhauffen et Pagel. J'ai reconnu, qu'aucun d'eux ne permet d'oxyder complètement l'oxyde de carbone très dilué, surtout lorsqu'il s'agit de ne pas atteindre en même temps les autres gaz combustibles (acétylène, éthylène, etc.) qui l'accompagnent si souvent (*Comptes rendus*, t. CXXVI; p. 931).

» Ce n'est du reste pas de l'acide iodique IO^3H dont je me sers pour oxyder l'oxyde de carbone dilué d'air ou d'autres gaz, mais bien de l'anhydride I^2O^5 séché à 180°-200° ».

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *A propos d'une réclamation de M.* J. Winter *relative à la cryoscopie des urines*. Note de M. **Ch. Bouchard**.

« Dans le numéro du 30 janvier, M. J. Winter, à l'occasion de ma Note du 9 janvier, « Essai de cryoscopie des urines », rappelle qu'il a en 1895 aux *Comptes rendus*, et en 1896 dans les *Archives de Physiologie*, par conséquent avant moi, étudié le point de congélation des urines et déduit de cette détermination le poids moyen des molécules urinaires. Ces deux revendications sont absolument légitimes. Si je n'ai pas cité M. J. Winter, c'est parce que la cryoscopie, qui ne m'appartient pas, ne lui appartient pas davantage, et parce que j'estimais qu'il avait appliqué cette méthode à des recherches dont je ne me suis pas occupé et parce que je l'ai appliquée moi-même à une étude qu'il me paraissait n'avoir pas abordée. Je dois ajouter que je ne connaissais que la Note du 11 novembre 1895 et que sa lecture m'a détourné de rechercher celle de 1896.

» En effet, dans la première Note, il est dit :

» Des recherches antérieures m'ayant conduit à étudier par la cryoscopie la concentration moléculaire d'un certain nombre de liquides de l'économie (sérum, lait, suc gastrique, urines, etc.), je crois devoir signaler, à la suite d'un grand nombre de déterminations, une propriété remarquable du sérum sanguin et du lait : ces liquides sont équimoléculaires et leur concentration est la même chez les diverses espèces animales que j'ai examinées. La loi paraît, d'ailleurs, générale, d'après mes observations sur les autres liquides; mais elle se présente rarement avec la netteté qu'on trouve ici. Je suis donc obligé de renvoyer pour les particularités aux développements que je donnerai plus tard.

» Cela veut dire que les urines ont, comme le lait, même point de congélation, et partant même nombre de molécules, que le sérum sanguin. Dans la même Note se trouvent seize déterminations cryoscopiques, faites sur le lait de vache, de chèvre, de femme. La température de congélation variait de — 0°,55 à — 0°,57. L'auteur ajoute que les températures de congélation des sérums de chien, lapin, cheval, bœuf « oscillent exactement dans » les mêmes limites » ce qui le « dispense de répéter les mêmes chiffres ». J'ai dû conclure que, d'après l'auteur, la température de congélation de l'urine est invariablement — 0°,55 ou très voisine et que, en tout cas, elle suit les variations du point de congélation du sang, ce qui est et ce que j'ai reconnu absolument inexact.

» J'ai trouvé comme point de congélation du sang chez l'homme — 0°,58 à l'état normal, et des variations pathologiques entre — 0°,50 et — 0°,81. Le point de congélation des urines varie de — 0°,50 à — 2°,24 avec une moyenne de — 1°,35. On comprend que je n'aie pas recherché les développements qui devaient être donnés plus tard à une affirmation qui se trouvait en contradiction absolue avec ce que j'avais constaté. J'étais d'autant moins porté à faire cette recherche, que la Note en question visait exclusivement l'isotonie, l'équilibre osmotique des humeurs et des globules établis par l'égalité du *nombre* des molécules. Il n'était rien dit ni indiqué de la seule chose que je poursuivais dans mes propres recherches : des variations dans le degré et la perfection de la destruction intraorganique de l'albumine et de ses dérivés déduite du *poids* moyen de celles des molécules urinaires qui sont d'origine albumineuse.

» Je regrette de n'avoir pas pris connaissance des Notes annoncées par M. Winter. J'aurais trouvé, dans les *Archives de Physiologie* de 1896, page 287, un très intéressant Mémoire, où la même idée trouve ses développements et où est mis en relief le rôle prépondérant du chlorure de sodium dans l'équilibre osmotique, mais rien qui soit relatif aux urines ni à la nutrition. J'aurais enfin trouvé dans le même Recueil, même année, page 529, trente-trois déterminations cryoscopiques d'urines humaines saines ou pathologiques où, contrairement aux assertions de l'année précédente, le point de congélation, sans relation aucune avec celui du sang, oscille entre — 0°,45 et — 2°,40. J'y aurais aussi trouvé la série des poids moléculaires moyens, de nouvelles applications à l'osmose et à la sécrétion, toujours rien qui soit en rapport avec la nutrition. Cela tient à ce que la molécule que considère M. Winter n'a rien de commun avec celle qui m'occupe. Dans sa préoccupation relative à l'osmose, il vise toutes les mo-

lécules urinaires qui traversent le filtre rénal. Au contraire, dans ma tendance à rechercher les manifestations de la destruction plus ou moins rapide, plus ou moins complète de l'albumine, j'ai pris en considération seulement les molécules dérivées de cette albumine et défalqué les molécules excrétées telles qu'elles avaient été ingérées, les chlorures. Ma molécule, c'est la molécule *élaborée* moyenne, qui n'avait pas encore été déterminée et qui ne pouvait l'être que par la cryoscopie. J'ai, le premier, étudié les conditions des variations de son poids, qui se font parallèlement à la soustraction graduelle d'atomes de carbone qui, pris aux dérivés de l'albumine, s'éliminent par l'intestin ou par le poumon, en même temps que la molécule rendue plus petite devient moins toxique. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. V. Gentil adresse une description et un dessin d'un aérostat dirigeable.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. L. Cremona, nommé Correspondant pour la Section de Géométrie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. Pompilian adresse ses remercîments à l'Académie pour la distinction accordée à ses travaux.

M. G. Ducretet adresse, pour l'un des concours de l'année 1899, les Notices qu'il a publiées sur « La télégraphie hertzienne sans fil ».

(Renvoi aux concours de 1899.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la croissance des fonctions définies par des équations différentielles*. Note de M. Émile Borel, présentée par M. Picard.

« 1. Considérons une fonction réelle y de la variable réelle x; si y augmente indéfiniment quand x tend vers a, on peut se proposer d'étudier la ra-

pidité de la croissance de y ; on posera $|x-a| = \frac{1}{z}$ et $|y| = \varphi(z)$; par hypothèse, $\varphi(z)$ sera une fonction positive croissante de la variable positive z. Dans le cas où y serait indéterminé pour $x = a$, son champ d'indétermination s'étendant ou non jusqu'à l'infini, on pourrait aussi définir une fonction positive croissante, dépendant de la rapidité des variations de y.

» 2. Relativement aux fonctions positives croissantes, Paul du Bois-Reymond a démontré un théorème important (¹) : *Étant donnée une infinité dénombrable quelconque de fonctions positives croissantes, on peut trouver une fonction positive croissante qui croisse plus vite que chacune d'elles*. Le but de cette Note est d'indiquer un champ étendu d'applications dont ce théorème paraît susceptible.

» 3. Considérons, pour fixer les idées, une équation différentielle obtenue en égalant à zéro *un polynome quelconque en* x, y, y', y'', y''', *à coefficients entiers*, et une intégrale réelle y de cette équation, *définie par des conditions initiales rationnelles quelconques* x_0, y_0, y'_0, y''_0. Lorsque x varie sur l'axe réel à partir de x_0, y variera d'une manière continue et sera déterminé, jusqu'à ce que l'on atteigne un point singulier a. A ce point singulier, nous pouvons, d'après ce qui précède, faire correspondre une fonction positive croissante $\varphi(z)$, bien déterminée.

» Or il est clair que *l'ensemble des fonctions* $\varphi(z)$ *qui peuvent être définies ainsi est dénombrable;* il existe donc une fonction $\Phi(z)$ qui les dépasse toutes par la rapidité de sa croissance.

» En d'autres termes, *il existe une fonction* $\Phi(z)$ *ayant la propriété suivante : Toute fonction* $\varphi(z)$, *obtenue comme il vient d'être dit, croît moins rapidement que* $\Phi(z)$.

» On verrait très aisément que, si les coefficients de l'équation différentielle, ou même seulement les valeurs initiales, n'étaient plus assujettis à la condition d'être rationnels, on pourrait, étant donnée *a priori* une fonction *quelconque* $\Phi(z)$, obtenir une fonction y, telle que la fonction correspondante $\varphi(z)$ croisse plus vite que $\Phi(z)$ (²). Cette remarque était nécessaire pour justifier la restriction que nous imposons aux coefficients et aux conditions initiales.

» La détermination effective de la fonction $\Phi(z)$ ne paraît pas aisée;

(¹) Voir mes *Leçons sur la Théorie des fonctions*, Note II.

(²) Voir mon *Mémoire sur les séries divergentes* (*Annales de l'École Normale*, 1899; p. 47, note du bas).

c'est cependant quelque chose d'être assuré de son existence; un sujet bien précis de recherches nouvelles se trouve ainsi offert à la sagacité des géomètres.

» 4. Il nous paraît inutile d'insister sur les généralisations innombrables et extrêmement étendues dont est susceptible la proposition que nous venons d'énoncer; il suffit, pour y être conduit, de remarquer que tout ensemble dénombrable d'ensembles dénombrables est un ensemble dénombrable.

» 5. Étant donné un nombre incommensurable, si on le réduit en fraction continue, le $n^{\text{ième}}$ quotient incomplet a_n peut être une fonction croissante de n. Sinon, soit $\varphi(n)$ le plus grand des nombres $a_1, a_2, \ldots, a_n$; la fonction $\varphi(n)$ n'est pas décroissante. On peut se proposer d'étudier la rapidité de la croissance de $\varphi(n)$ pour une classe déterminée de nombres incommensurables. Par exemple, il résulte de recherches de Liouville [1] que, pour les nombres algébriques, la fonction $\varphi(n)$ croît moins rapidement qu'une puissance positive de n. Plus généralement, étant donné un ensemble dénombrable quelconque de nombres incommensurables, il existe une fonction $\Phi(n)$ dépassant toutes les fonctions $\varphi(n)$ qui leur correspondent; le problème se pose dès lors de la détermination effective de $\Phi(n)$. On pourrait considérer, par exemple, les valeurs que prennent des fonctions y définies plus haut, lorsqu'on donne à x des valeurs rationnelles, etc. On pourrait aussi se borner à considérer les logarithmes des nombres rationnels, ou des nombres algébriques, etc.

» J'ai déjà indiqué, à diverses reprises (voir, notamment, *Comptes rendus*, 16 décembre 1895), l'importance de la fonction $\varphi(n)$ dans diverses questions où interviennent des nombres incommensurables. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les séries divergentes et les fonctions définies par un développement de Taylor.* Note de M. **Le Roy**, présentée par M. Poincaré.

« I. Une série entière ayant un cercle de convergence limité *définit* une fonction analytique dans tout le domaine où celle-ci existe. Mais cette définition reste purement théorique tant qu'on ne possède aucun moyen de reconnaître, à l'inspection de la série elle-même, si le prolongement est

(1) Voir mes *Leçons sur la théorie des fonctions*, Chap. II.

possible ou non. Je me suis efforcé de combler cette lacune en cherchant des caractères qui permettent de découvrir la nature d'une fonction donnée par son développement taylorien.

» II. Si l'on a, pour toutes les valeurs entières et positives de n,

$$\alpha_n = \int_0^1 \varphi(x) x^n \, dx,$$

il vient

$$f(z) = \sum_0^\infty \alpha_n z^n = \int_0^1 \frac{\varphi(x)}{1 - zx} dx.$$

» On voit alors que $f(z)$ *n'admet dans tout le plan d'autres points singuliers que* $z = 1$ *et* $z = \infty$. De plus, $f(z)$ *n'est pas uniforme*, et l'on en peut trouver les diverses branches. Enfin, il est possible de déterminer dans des cas étendus l'allure de $f(z)$ aux environs de $z = 1$.

» Cette transformation d'une série entière en une intégrale définie peut être variée d'une infinité de façons. On est toujours ramené à résoudre, relativement aux coefficients α_n, *un problème de calcul inverse des intégrales définies*.

» III. En suivant cette voie, j'ai obtenu de nombreux résultats, résumés partiellement dans deux Notes antérieures (*Comptes rendus*, 31 octobre et 5 décembre 1898). Ces résultats aboutissent au théorème suivant :

» *On peut faire l'étude complète de* $f(z)$ *dans tout le plan si* α_n *est une fonction analytique de* $n = \rho e^{i\omega}$ *holomorphe pour* $\rho > \rho_0$ *et* $|\omega| < \omega_0$, ρ_0 *et* ω_0 *désignant deux constantes positives quelconques, et si la série* $\sum_0^\infty \alpha_n z^n$ *conserve le même cercle de convergence quand on remplace* n *par* $ne^{i\omega}$ *dans* α_n, $|\omega|$ *restant inférieur à* ω_0.

» Une application importante est relative au cas où le rapport $\frac{\alpha_{n+1}}{\alpha_n}$ est développable suivant les puissances de $\frac{1}{n}$: le théorème précédent s'applique alors.

» Dans ces divers cas, on déduit de la série donnée une intégrale définie qui représente la fonction définie par la série : cette intégrale fournit une expression analytique de la fonction valable pour un domaine absolument quelconque, sauf des coupures grâce auxquelles on atteint les points singuliers et les périodes qui s'y rapportent.

» IV. Les résultats précédents peuvent être généralisés d'un très grand

nombre de manières que je ne puis songer à énumérer ici. Je me bornerai à citer le résultat suivant : *Une série dont le coefficient général est un polynome par rapport aux coefficients généraux d'un certain nombre de séries étudiables par les procédés du* n° II *est encore étudiable dans tout le plan par les mêmes procédés*.

» Il est intéressant de comparer ces procédés à d'autres méthodes proposées par divers géomètres pour découvrir les singularités d'une série de Taylor. On retrouve ainsi plusieurs résultats connus, mais surtout on généralise ces résultats en définissant des conditions à la fois très larges et très précises pour que les méthodes en question réussissent.

» J'ai été amené en particulier à m'occuper d'un théorème dû à M. Hadamard, d'après lequel la série $\sum_0^\infty \alpha_n \beta_n z^n$ n'a pas d'autres points singuliers que ceux que l'on obtient en multipliant l'affixe d'un point singulier de $\sum_0^\infty \alpha_n z^n$ par l'affixe d'un point singulier de $\sum_0^\infty \beta_n z^n$. Les méthodes du n° II conduisent à définir des cas très étendus où ce théorème permet l'étude effective d'une série donnée.

» V. Considérons le *problème des moments* posé par Stieltjes. Il consiste à résoudre par rapport à φ les égalités

$$\alpha_n = \int_0^\infty \varphi(x)\, x^n\, dx,$$

pour toutes les valeurs entières et positives de n. J'en trouve une solution bien déterminée dans des cas très étendus. La généralité est ici la même que pour le problème du prolongement (n° III). La méthode suivie est, d'ailleurs, toute semblable à celle dont j'ai donné un exemple au n° II.

» VI. Les méthodes précédentes sont encore applicables à l'étude des fonctions définies par certaines séries autres que la série de Taylor. On parvient notamment à reconnaître, dans des cas étendus, si une fonction définie par une série trigonométrique est ou non analytique. Le théorème général indiqué au n° III reparaît encore ici, ainsi que toutes ses généralisations.

» VII. Les mêmes méthodes conduisent enfin, avec le même degré de généralité et les mêmes conditions d'application, à une solution du *problème des séries divergentes*. En combinant ces méthodes avec celle que M. Borel a indiquée, *on arrive à donner un sens à une classe très vaste de*

séries entières toujours divergentes, qui se trouvent, d'ailleurs, appartenir à la catégorie des *séries asymptotiques* de M. Poincaré. On peut dire que les théorèmes tels que celui du n° III donnent des *caractères de sommabilité* des séries divergentes. Toute série dont le coefficient général α_n est de la forme $\Gamma(pn+1)a_n$, a_n étant étudiable par les procédés du n° II, est *sommable* et je conviens de dire qu'elle est *d'ordre p*.

» Il suffit qu'une de ces séries vérifie formellement une équation différentielle pour définir une solution effective de cette équation : cette solution pourra toujours être introduite dans le calcul par son développement, bien que celui-ci soit divergent.

» VIII. Je termine en indiquant la possibilité d'intégrer d'une façon complète, au moyen de séries de Taylor convergentes ou divergentes, mais toujours étudiables par les procédés précédents, les équations différentielles linéaires dont les coefficients sont des polynomes par rapport à la variable.

» Cela m'amène à énoncer que l'on peut faire l'étude complète, dans tout le plan, des séries dont les coefficients α_n vérifient une équation linéaire aux différences finies, quand les coefficients de cette relation récurrente sont des polynomes en n. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les formes de différentielles invariantes vis-à-vis de certains groupes.* Note de M. **Émile Cotton**, présentée par M. Darboux.

« Dans cette Note, j'indique une méthode pour former des systèmes d'expressions de Pfaff invariants vis-à-vis de certains groupes finis et continus, et j'applique les résultats à la théorie des ds^2 à trois variables admettant un groupe continu de transformations.

» I. Désignons par $l_i(dx)$ $(i=1, 2, \ldots, n)$ n expressions de Pfaff, n formes linéaires des différentielles dx_k de n variables x_k. Supposons ces formes linéairement indépendantes. Soit f une fonction quelconque des x_k, exprimons la différentielle df au moyen des $l(dx)$

$$df = \Sigma_i l_i(dx)\Lambda_i f. \tag{1}$$

» Les coefficients $\Lambda_i f$ sont des formes linéaires indépendantes des dérivées de f; nous les considérerons comme les symboles de n transformations infinitésimales ainsi *associées* aux expressions de Pfaff données. Inver-

sement on peut se donner à l'avance les n transformations infinitésimales $\mathrm{A}f$ et leur associer à l'aide de (1) n expressions de Pfaff $l(dx)$.

» Soit $\mathrm{X}f$ une transformation infinitésimale de la multiplicité x_k. Prolongeons $\mathrm{X}f$; la transformation $\mathrm{X}^{(1)}\mathrm{F}(x, dx)$ obtenue est relative à la multiplicité x_k, dx_k.

» Dans l'identité

$$(2) \qquad d\mathrm{X}f(x) = \mathrm{X}^{(1)}df(x),$$

exprimons les différentielles df et $d\mathrm{X}f$ au moyen de (1), il vient

$$(3) \qquad \Sigma_h l_h(dx)(\mathrm{A}_h\mathrm{X})f = \Sigma_k \mathrm{A}_k f \mathrm{X}^{(1)} l_k(dx).$$

Supposons tous les $\mathrm{X}^{(1)}l_k(dx)$ nuls, nous voyons que :

» *Si les n expressions de Pfaff admettent la transformation* $\mathrm{X}^{(1)}\mathrm{F}$, *les transformations $\mathrm{A}_i f$ sont échangeables avec $\mathrm{X}f$, et réciproquement.*

» Les propriétés des groupes finis et continus ([1]) permettent d'énoncer les conséquences suivantes du théorème précédent.

» Soit G un groupe fini, continu, dont les transformations infinitésimales $\mathrm{X}_i f$ *ne sont liées par aucune relation de la forme*

$$\Sigma_i \varphi_i(x_1 x_2 \ldots x_n)\mathrm{X}_i f = 0.$$

Prolongeons une fois le groupe G, soit $\mathrm{G}^{(1)}$ le groupe obtenu. *On peut trouver une infinité de systèmes de n expressions de Pfaff invariantes vis-à-vis de* $\mathrm{G}^{(1)}$.

» Toute forme de différentielles, invariant de $\mathrm{G}^{(1)}$, s'exprime en fonction homogène des $l(dx)$, les coefficients étant des invariants de G. *La recherche des formes de différentielles, invariants de* $\mathrm{G}^{(1)}$, *revient à la recherche des transformations infinitésimales échangeables avec celles de* G. Si G est transitif, tout revient à la détermination du groupe réciproque.

» Ajoutons enfin que l'on peut adjoindre à tout groupe G et à tout système $l(dx)$, un ensemble de substitutions linéaires permettant de réduire à des types canoniques simples les formes de différentielles, invariants de $\mathrm{G}^{(1)}$.

» II. Passons à la *détermination des ds^2 à trois variables admettant un groupe continu* Γ. Tout groupe Γ admet un sous-groupe G de l'espèce précédente. On cherche donc : 1° les types possibles de groupes G et les ds^2 correspondants; 2° ceux de ces ds^2 admettant un groupe Γ plus grand

---

([1]) Voir le Chapitre XX du Tome I de l'Ouvrage de MM. Lie-Engel.

que G. M. Bianchi a traité complètement le problème pour les ds^2 *définis positifs* (¹). Je n'indiquerai donc que les ds^2 non compris dans cette catégorie, et auxquels les considérations géométriques de M. Bianchi ne sont plus applicables. Ces ds^2 sont réductibles à l'un des types suivants :

(1) $a(x_1)[dx_3 + b(x_1)dx_2]^2 + 2\,dx_1\,dx_2,$

(2) $a(x_1)(dx_2 - x_2\,dx_3)^2 + 2\,dx_1[dx_3 + b(x_1)(dx_2 - x_2\,dx_3)],$

(3) $a(x_1)\,dx_3^2 + 2\,dx_1[dx_2 - x_2\,dx_3 + b(x_1)\,dx_1],$

(4) $a(x_1)(dx_3^2 + 2\,dx_1\,dx_2),$

(5) $ce^{x_1}(dx_2 + x_1\,dx_3)^2 + 2e^{\frac{x_1}{2}}dx_1\,dx_3,$

(6) $(c_1 e^{hx_1} dx_3 + c_2 e^{x_1} dx_2)^2 + 2e^{hx_1} dx_1\,dx_3\,;$

c, c_1, c_2 sont des constantes essentielles.

» Les groupes de 1, 2, 3, 5, 6 sont respectivement les groupes *a*, *b*, *b*, IV, VI du Tableau donné par M. Bianchi à la fin du Mémoire cité. Le ds^2 (4) admet le groupe *a* et en outre la transformation infinitésimale

$$x_1 \frac{\partial f}{\partial x_3} - x_3 \frac{\partial f}{\partial x_2}.$$

» Le ds^2 (6) admet une quatrième transformation infinitésimale si c_1 est nul; on peut alors supposer $c_2 = 1$ et prendre pour cette transformation

$$e^{(h-2)x_1} \frac{\partial f}{\partial x_2} + (2-h)x_2 \frac{\partial f}{\partial x_3}.$$

» III. On peut utiliser les propositions du § I pour reconnaître si deux variétés données à l'avance sont applicables et déterminer alors la transformation de passage. Par exemple, si le groupe Γ d'une variété V est simplement transitif, on peut déterminer algébriquement, à l'aide des covariants de Christoffel, les transformations infinitésimales du groupe H réciproque de Γ. On reconnaîtra que deux variétés V et V′ de cette nature sont applicables, en constatant l'identité de la structure des groupes correspondants H et H′, et l'égalité de certaines constantes. Si l'application est possible, la transformation de passage est celle qui transforme H en H′ ».

(¹) *Mémoires de la Société italienne des Sciences*, 3ᵉ série, Tome XI, p. 267.

PHYSIQUE. — *Sur le coefficient de dilatation caractéristique de l'état gazeux parfait.* Note de M. **Daniel Berthelot**.

« Le coefficient de dilatation γ des gaz parfaits (ou son inverse, la valeur changée de signe du zéro absolu dans l'échelle centigrade) et l'équivalent mécanique de la calorie sont les deux constantes fondamentales de la théorie de la chaleur. Mais, tandis que la seconde de ces constantes a été l'objet de nombreuses expériences, nous ne possédons pour déterminer avec précision la première que les expériences de Joule et Thomson sur le travail interne de l'hydrogène, de l'air et de l'anhydride carbonique, jointes aux mesures de Regnault et de quelques autres physiciens, sur les coefficients de dilatation à pression constante de ces gaz; encore ces mesures fort délicates sur le travail interne ne sont-elles à peu près satisfaisantes que pour l'air. Les auteurs en ont conclu que l'on a $\frac{1}{\gamma} = 273,14$ et la plupart des physiciens ([1]) adoptent aujourd'hui la valeur $\frac{1}{\gamma} = 273$. Mais récemment divers auteurs allemands ont émis l'idée que cette valeur était sensiblement trop basse et qu'elle devait être élevée jusqu'à 274° et même jusqu'à 274°,5. Aussi n'est-il pas sans intérêt de montrer que les mesures de dilatation et de compressibilité faites sur le gaz qui se rapproche le plus de l'état parfait, c'est-à-dire sur l'hydrogène, tant par Regnault que, plus récemment, par MM. Chappuis, Amagat, Leduc et Sacerdote, conduisent à des nombres fort rapprochés du nombre classique.

» Il convient de rappeler tout d'abord que si la conception des gaz parfaits tels qu'on les envisage en Thermodynamique ne répond pas à une réalité physique, les expériences de Regnault nous amènent à concevoir l'*état gazeux parfait* comme un état limite vers lequel tendent tous les gaz, à toutes les températures, quand on diminue suffisamment leur pression. « Les coefficients de dilatation de tous les gaz », dit Regnault à la fin de ses *Recherches sur la dilatation des fluides élastiques*, « s'ap-
» prochent d'autant plus de l'égalité que leurs pressions sont plus faibles, de sorte que

---

([1]) Sur la comparaison numérique de l'échelle thermodynamique avec l'échelle des thermomètres à air, à hydrogène, à anhydride carbonique, cf. Lord Kelvin, art. *Heat*, (*Encycl. Brit.*); Jochmann, *Schlömilch's Zeitschrift*, 1860; Weinstein, *Metronomische Beiträge*, n° 3, 1881; Guillaume, *Thermométrie de précision*, 1889; Lehfeldt, *Philosophical Magazine*; 1898.

» la loi qui consiste à dire que tous les gaz ont même coefficient de dilatation peut être » considérée comme une loi limite. »

» Pour évaluer ce coefficient limite commun à tous les gaz, il suffirait de posséder pour l'un quelconque d'entre eux une série de valeurs du coefficient de dilatation à pression constante α sous des pressions décroissantes, permettant de déterminer la limite de la série. L'incertitude du calcul sera d'ailleurs d'autant plus faible que la variation de α sera elle-même plus petite. Regnault a trouvé que, pour tous les gaz étudiés, sauf l'hydrogène, le coefficient de dilatation α diminuait avec la pression; pour ce dernier gaz, entre 1^{atm} et $3^{atm},35$ la variation était insensible.

» Mais M. Amagat en employant des pressions beaucoup plus fortes a reconnu que le coefficient de dilatation de l'hydrogène entre 0° et 100°, égal à 0,00366 sous la pression de 1 atmosphère, prenait sous les pressions de 150, 200, 250 atmosphères les valeurs 0,003415, 0,003324, 0,003238, ce qui donne sensiblement $\frac{d\alpha}{dp} = -0,0000017$. Ainsi le coefficient de dilatation de l'hydrogène diminue avec la pression, contrairement à ce qui arrive pour les autres gaz. La variation est d'ailleurs beaucoup plus lente. Il en résulte que le coefficient de dilatation γ, caractéristique de l'état gazeux parfait, est supérieur au coefficient de dilatation sous la pression atmosphérique α de l'hydrogène et inférieur à celui des autres gaz. De la valeur de $\frac{d\alpha}{dp}$ donnée plus haut et de la valeur $\alpha = 0,0036613$ donnée par Regnault, on déduit $\gamma = 0,0036630$.

» Cette valeur de $\frac{d\alpha}{dp}$ ne diffère que peu de celle qui répond à des pressions plus faibles. En effet, par suite de la valeur très basse de son point critique, l'hydrogène est déjà fort voisin à la température ordinaire de l'état limite prévu par les équations théoriques et répondant à la loi de compressibilité $p(v-b) = RT$; ses isothermes, comme l'a reconnu M. Amagat, sont représentées (en prenant pour coordonnées pv et p) par des lignes droites parallèles dont le coefficient angulaire entre 100 et 1000 atmosphères (en prenant, comme unité de pression l'atmosphère, comme unité de volume le volume du gaz à 0° et 1 atmosphère) aussi bien à 0° qu'à 100°, est constant et égal à 0,00072.

» Ce nombre diffère à peine des valeurs 0,00060 à 0,00070 qui résultent des expériences de Regnault à 8°, entre 1 et 20 atmosphères, et de la valeur 0,00064 trouvée par MM. Leduc et Sacerdote à 16°, entre 1 et 2 atmosphères.

» Ceci posé, on sait que M. Chappuis a mesuré avec une extrême précision, au Bureau international, le coefficient de dilatation $\beta = 0,00366254$ à volume constant de l'hydrogène entre 0° et 100°, sous la pression initiale de 1^m de mercure. On en déduit, en admettant la valeur 0,00064 pour le coefficient angulaire des isothermes à 0° et 100°, que le coefficient de dilatation α est égal à 0,0036595 sous la pression constante de 1^m de mercure, à 0,0036602 sous la pression atmosphérique et que l'on a $\gamma = 0,0036625$ et $\frac{1}{\gamma} = 273,04$.

» Quels que soient les nombres expérimentaux que l'on adopte, on arrive toujours à la même conclusion, à savoir que *la valeur* $\frac{1}{\gamma} = 273°,0$ *est approchée à* $0°,1$ *près*.

» Le fait que pour l'hydrogène $\gamma > \alpha$, tandis que pour les autres gaz $\alpha > \gamma$ donne lieu à deux corrélations intéressantes.

» La variation du coefficient de dilatation α due aux variations de la pression est liée, comme l'a montré M. Potier, aux lois de compressibilité du gaz aux deux températures extrêmes où sont pris les coefficients de dilatation.

» Considérons le coefficient d'écart à la loi de Mariotte changé de signe $-\frac{1}{pv}\frac{\Delta(pv)}{\Delta p}$. Soit $(A_0^p)_0$ ce coefficient quand la pression passe de 0 à p à la température centigrade $0°$; soit $(A_0^p)_t$ ce coefficient à $t°$; soient γ et α les coefficients de dilatation entre $0°$ et $t°$ sous les pressions 0 et p; on trouve que

$$\frac{1-(A_0^p)_0 p}{1-(A_0^p)_t p} = \frac{1+\gamma t}{1+\alpha t}.$$

» On a vu que pour les gaz plus compressibles à $0°$ que ne l'indique la loi de Mariotte, on a $1+\alpha t > 1+\gamma t$. Il en résulte que ces gaz se rapprochent de la loi de Mariotte quand la température s'élève.

» On a vu que pour l'hydrogène, au contraire, $1+\gamma t > 1+\alpha t$. Par suite son écart à la loi de Mariotte $\frac{1}{pv}\frac{\Delta(pv)}{\Delta p}$, qui est de signe contraire à celui des autres gaz, diminue en valeur absolue et tend vers zéro quand la température croît à partir de $0°$.

» Cette conclusion est conforme aux expériences de M. Amagat qui, en 1873, a montré qu'à 250° l'écart de l'hydrogène entre 1 atmosphère et 2 atmosphères est toujours négatif, mais plus petit en valeur absolue qu'à 0°, et qui en 1881 a retrouvé ce résultat par des mesures exécutées à 17°, 40°, 60°, 80° et 100°, sous des pressions plus fortes. Il en conclut que l'écart de l'hydrogène qui, à basse température, est positif comme celui des autres gaz, s'annule, prend une valeur négative, croît négativement jusqu'à un maximum, puis se rapproche de zéro. J'ajouterai que, d'après l'équation réduite de Van der Waals, c'est bien ainsi que les choses doivent se passer pour tous les gaz.

» Dans un ordre d'idées voisin, on peut rappeler que Joule et Thomson ont rattaché la variation de α avec la pression au refroidissement M par unité de pression d'une masse de gaz qui se détend à travers une paroi poreuse, et montré que $\frac{\alpha}{\gamma}$ est une fonction linéaire de M. Ils ont trouvé que l'hydrogène est le seul gaz pour lequel, à la température ordinaire, M soit négatif, ce qui entraîne nécessairement la variation de α avec la pression et de A_0^p avec la température, constatées plus tard par M. Amagat. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les oxydes complexes des terres rares.* Note de MM. G. **Wyrouboff** et A. **Verneuil**, présentée par M. H. Moissan.

« Dans une précédente Communication [1], nous avons étudié l'une des deux propriétés caractéristiques des terres rares, leur faculté de polymérisation; nous nous proposons aujourd'hui d'examiner la seconde propriété, passée également inaperçue jusqu'ici.

» On sait que l'oxyde céroso-cérique calciné, tout à fait insoluble dans l'acide nitrique, s'y dissout très facilement lorsqu'il est mélangé d'une certaine quantité des oxydes de lanthane ou de didyme. A quoi tient ce singulier phénomène? On n'a pas essayé de l'expliquer, on n'a même pas cherché à déterminer exactement les quantités des terres étrangères nécessaires pour rendre l'oxyde céroso-cérique soluble dans l'acide nitrique. A cet égard, on ne trouve que des affirmations sans expériences synthétiques à l'appui, et qui varient de 10 à 43 pour 100.

» En opérant sur des mélanges de composition déterminée, on ne tarde pas à reconnaître que l'oxyde Ce^3O^4 ne devient intégralement soluble dans l'acide nitrique que lorsqu'il est mélangé, à peu de chose près de son poids, de $LaO + DiO$. Un semblable mélange correspond à la formule $Ce^3O^4, 3MO$. Un oxyde de cette composition a été depuis longtemps obtenu pour le cérium sans que sa véritable nature ait été reconnue. En mélangeant, en proportions convenables, des solutions d'un sel cérique et d'un sel céreux, on en précipite, en effet, par les alcalis un *oxyde violet foncé*, devenant presque noir par la dessiccation dans le vide et qui forme un sulfate rouge en gros cristaux hexagonaux analysé par un grand nombre d'auteurs et considéré comme un sulfate double. Dans cet oxyde, CeO peut être partiellement ou complètement remplacé par DiO ou LaO et M. Brauner a décrit le sulfate de $Ce^3O^4, 3LaO$.

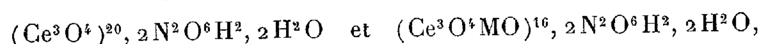
» Calciné à l'air, l'oxyde $Ce^3O^4, 3CeO$ absorbe un atome d'oxygène; les oxydes $Ce^3O^4, 3LaO$ ou $Ce^3O^4, 3DiO$ ne sont, au contraire, nullement modifiés et, s'ils se polymérisent, leur polymérisation ne résiste pas à l'action des acides; c'est pour cela qu'ils se dissolvent facilement dans l'acide nitrique même faible pour peu qu'on élève la température.

» Lorsque la quantité de lanthane ou de didyme est inférieure à celle qui est nécessaire pour faire l'oxyde $Ce^3O^4, 3MO$, le mélange calciné ne se dissout plus dans l'acide nitrique concentré et chaud; il s'attaque en revanche très aisément par l'acide très faible (2 à 3 pour 100) comme le fait l'oxyde céroso-cérique pur, et donne comme lui un nitrate soluble dans l'eau, précipitable par les acides. Séché à 110°, ce corps a

(1) *Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 863; 1898.

pour composition $(Ce^3O^4MO)^{16}, 2N^2O^6H^2, 2H^2O$. Il a toutes les propriétés du nitrate condensé $(Ce^3O^4)^{20}, 2N^2O^6H^2, H^2O$ que nous avons précédemment décrit; il donne un sulfate insoluble et sa solution ne précipite de l'oxyde que lorsque la moitié de l'acide a été saturée. L'oxyde qu'on en régénère par l'action des alcalis a une couleur particulière : il est blanc lorsque le protoxyde est du lanthane, brun foncé avec le didyme, il ne se dissout pas dans l'acide chlorhydrique et ne se réduit que difficilement par le mélange $ClH + IK$. Il ne se dissout en aucune façon dans l'acide nitrique bouillant, mais traité par l'acide faible il reproduit le corps primitif; calciné à très haute température il devient $(Ce^3O^4MO) > 16$ et n'est plus attaquable aux acides, l'acide sulfurique bouillant excepté ; sous cette forme il est tout à fait comparable à l'oxyde blanc $(Ce^3O^4) > 20$.

» Si la quantité de monoxyde est moindre que 1 molécule pour 1 molécule de Ce^3O^4, on a des mélanges en proportions variables de $(Ce^3O^4)^{20}$ et $(Ce^3O^4, MO)^{16}$ qui, traités par l'acide nitrique faible, donnent des mélanges de nitrates acides

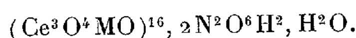


$$(Ce^3O^4)^{20}, 2N^2O^6H^2, 2H^2O \quad \text{et} \quad (Ce^3O^4MO)^{16}, 2N^2O^6H^2, 2H^2O,$$

qu'il est impossible de séparer, car ils ont des propriétés extrêmement voisines, et sont tous deux précipités de leur solution par l'acide nitrique à 10 pour 100.

» L'existence de ces oxydes complexes extrêmement stables explique très simplement la couleur rosée ou saumon du cérium qui n'est pas tout à fait pur. Ces oxydes ne se réduisent pas, en effet, par la calcination à haute température, comme le fait l'oxyde de didyme lorsqu'il n'est pas combiné au cérium. Cela tient à ce que l'oxyde supérieur du praséodidyme, dont la formule n'est pas encore exactement connue, mais qui est ou Pr^3O^4 ou $Pr^3O^4, 3PrO$, remplace le cérium dans la molécule Ce^3O^4MO. Cette stabilité à haute température nous paraît démontrer de la façon la plus évidente que ces oxydes complexes ne sont pas des mélanges, mais des individualités chimiques ayant des caractères absolument différents de ceux des éléments constituants.

» Les terres de la cérite ne sont pas les seules qui puissent former avec l'oxyde supérieur du cérium des oxydes complexes; les terres du groupe yttrique possèdent cette faculté au même degré. Si l'on calcine un mélange contenant pour 1 molécule de Ce^3O^4 2 molécules de YO ou d'un mélange de terres yttriques, tel qu'on l'extrait de la monazite après complète élimination du didyme, et qu'on le traite par l'acide nitrique à 2 ou 3 pour 100, on obtient facilement des composés semblables à ceux que nous venons de décrire et qui, séchés à 110°, ont pour formule



$$(Ce^3O^4MO)^{16}, 2N^2O^6H^2, H^2O.$$

» Nous avons montré, dans notre précédente Note, qu'à côté de l'oxyde céroso-cérique polymérisé par la calcination il en existait d'autres, isomères du premier, et donnant, eux aussi, des nitrates acides solubles et précipitables par les acides. Nous avons pu obtenir ces isomères pour les oxydes Ce^3O^4MO, mais ils sont beaucoup moins stables que les oxydes analogues du cérium pur, et leur préparation présente quelque difficulté. Le mieux est de traiter un mélange renfermant parties égales de Ce^3O^4 et LaO ou DiO et *fortement calciné*, par dix fois son poids d'eau à laquelle on ajoute $\frac{1}{8}$ de son volume d'acide nitrique. On chauffe pendant quelque temps à 50°-60°. La liqueur surnageante renferme l'excès des protoxydes et le précipité se dissout facile-

ment dans l'eau. On le purifie en le précipitant plusieurs fois de sa solution aqueuse par l'acide nitrique, dont on ajoute 12cc par 100cc de solution. Le liquide ne doit plus contenir que 0,02 — 0,03 pour 100 d'oxydes. On recueille le précipité sur un filtre, on l'étend sur une plaque poreuse et l'on sèche à l'étuve à 35°-40°. C'est un corps tout à fait semblable au composé analogue du cérium pur, sa couleur seule est différente, elle est d'un rouge grenat foncé presque noir lorsque le protoxyde qui entre dans l'oxyde complexe est du didyme. Séché à 110°, sa formule est $(Ce^3O^4MO)^4, 2N^2O^6H^2, H^2O$. Tous ces composés, lorsqu'ils sont traités par un alcali, n'éliminent l'hydroxyde que lorsque la moitié de l'acide a été saturée : ils se transforment facilement en chlorures lorsqu'on précipite leurs solutions aqueuses par ClH; ils donnent avec les sulfates des composés insolubles que l'eau dissocie et ramène au type du corps neutre $(Ce^3O^4MO)^4SO^4H^2$.

» *En résumé :* 1° Il existe pour le cérium, outre les oxydes CeO, Ce^3O^4 et le peroxyde obtenu par l'action de l'eau oxygénée, les oxydes $Ce^3O^4, 3CeO$ et Ce^3O^4CeO, le premier ne donnant que des composés non condensés, le second ne devenant stable que lorsque CeO est remplacé par l'une quelconque des terres de la cérite ou de l'yttria.

» 2° L'oxyde céroso-cérique, en se combinant avec le lanthane, le didyme ou l'yttria, forme des oxydes complexes de la forme Ce^3O^4MO qui se polymérisent avec une grande facilité et donnent deux oxydes isomères tous les deux condensés. A cet état, ils forment avec les acides des sels neutres ou acides tout à fait analogues à ceux du cérium pur.

» La connaissance de ces faits a une importance capitale pour la séparation du cérium et des métaux voisins. Elle montre que tous les procédés proposés jusqu'ici sont parfaitement irrationnels, et indique clairement la marche à suivre. Nous ferons voir en effet, dans une prochaine Note, que les corps dont nous venons de signaler l'existence permettent d'arriver à une séparation quantitative du cérium et, par conséquent, son dosage exact, en présence de n'importe laquelle des terres rares. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des oxydants sur quelques amides.* Note de M. **Œchsner de Coninck** [1].

« J'ai traité quelques amides et imides, grasses et aromatiques, soit par CrO^4K^2 (en solution aqueuse) et SO^4H^2, soit par le mélange chro-

---

[1] Institut de Chimie de la Faculté des Sciences de Montpellier, janvier et février 1899.

mique proprement dit, soit par l'eau oxygénée alcalinisée; j'opérais ainsi tantôt en milieu acide, tantôt en milieu alcalin.

» *Phtalimide.* — Attaquée par $CrO^4K^2 + SO^4H^2$, elle est décomposée, à une température assez élevée, avec production de CO^2 pur; il ne se dégage pas d'azote.

» Par H^2O^2, additionnée d'un peu de lessive de potasse, la décomposition est très faible, et ne s'accomplit qu'avec l'aide de la chaleur; il y a production de CO^2 et d'AzH^3.

» *Succinimide.* — Cette imide a été traitée par le mélange chromique; même à une forte chaleur, elle est à peine décomposée. Avec H^2O^2 alcalinisée, et à chaud, la décomposition n'est que partielle; j'ai constaté le dégagement de CO^2 et AzH^3.

» *Succinamide.* — Également traitée par le mélange chromique, elle a présenté une résistance remarquable; la proportion de CO^2 dégagé est très faible; pas d'azote.

» *Oxamide.* — Est décomposée, à une assez forte chaleur, par le mélange chromique; CO^2 produit est pur, comme l'indique l'analyse suivante (rapportée à 20^{cc}) :

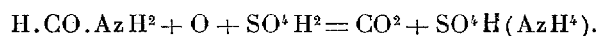
CO^2	19,7
O + air	0,3

» *Glycocolle.* — Décomposition partielle par le mélange chromique, à chaud; il ne se dégage que CO^2.

» *Sarcosine.* — Dans les mêmes conditions, la sarcosine est plus facilement décomposée :

CO^2	19,8
O + air	0,2

» *Formiamide.* — Violemment décomposée par $CrO^4K^2 + SO^4H^2$; dégagement très abondant de CO^2 pur; c'est une expérience de cours :



$$H.CO.AzH^2 + O + SO^4H^2 = CO^2 + SO^4H(AzH^4).$$

» Avec H^2O^2 alcalinisée, et à chaud, la réaction est



$$H.CO.AzH^2 + O = CO^2 + AzH^3.$$

» J'ai constaté le dégagement de AzH^3 et la formation d'un peu de formiate :



$$H.CO.AzH^2 + KOH = AzH^3 + H.CO.OK.$$

» *Acétamide.* — Traitée par $CrO^4K^2 + SO^4H^2$ ou par H^2O^2 alcalinisée, l'acétamide est décomposée, à chaud, dans le même sens que la formiamide, mais la résistance aux deux réactifs est beaucoup plus grande.

» *Benzamide.* — $CrO^4K^2 + SO^4H^2$, avec l'aide d'une assez forte chaleur, ne décomposent que partiellement cette amide; il faut noter la production d'une petite quantité de *benzonitrile;* CO^2 dégagé est pur.

» *Formanilide.* — Le mélange chromique la décompose très vivement; il se forme des matières colorantes, et il y a séparation de CO^2 :

CO^2	19,7
O + air	0,3

» *Acétanilide.* — Le résultat est tout à fait semblable au précédent; voici la moyenne de trois analyses :

CO^2	19,6
O + air	0,4

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la loi de dilution des électrolytes* (1).
Note de M. P.-Th. Muller, présentée par M. Friedel.

« On sait que les sels neutres, formés par la combinaison de deux radicaux univalents, semblent suivre la même loi de dilution, en ce qui concerne la conductibilité électrique de leurs solutions étendues. Si l'on représente la dilution par le nombre v de litres dans lesquels on a dissous une molécule-gramme de sel neutre, la conductibilité moléculaire μ diffère de la conductibilité moléculaire μ_∞ de la solution infiniment diluée, d'une certaine quantité δ qui, à une température constante, n'est fonction que du volume v.

» Cette règle, découverte par M. Ostwald (2), a été étendue par M. Bredig (3) à un très grand nombre de sels neutres, minéraux et organiques. Les résultats sont consignés dans une série de tableaux où v varie de 32^{lit} à 1024^{lit} (à la température de 25°).

» Dans un Mémoire récent, M. F. Kohlrausch (4) étend une règle analogue aux ions monovalents eux-mêmes, en montrant que la diminution de leur mobilité (à partir de la mobilité extrême, dans les solutions infiniment étendues) présente sensiblement les mêmes valeurs pour chaque concentration.

» Il est facile de se convaincre que les deux règles d'Ostwald-Bredig et de F. Kohlrausch se confondent à la condition d'attribuer la même importance aux anions et aux cations, de sorte qu'ils contribuent dans la même mesure à la formation de δ.

» En examinant les Tableaux de M. Kohlrausch, qui sont calculés avec un soin extrême (pour la température de 18°), j'ai constaté que les quo-

---

(1) Université de Nancy. Institut chimique de la Faculté des Sciences.
(2) Ostwald, *Allgemeine Chemie* (2e édit.), t. II, p. 693.
(3) Bredig, *Zeits. f. physik. Chem.*, t. XIII, p. 198; 1894.
(4) F. Kohlrausch, *Wiedem. Ann.*, t. LXVI, p. 791; 1898.

tients $\frac{\delta_v}{\delta_{2v}}$, qui correspondent à des dilutions doubles l'une de l'autre, ont des valeurs très voisines dont la moyenne est sensiblement $1,333 = \frac{4}{3}$.

» Si l'on pose, par conséquent, $v = 2^n$, l'expression δ sera de la forme

$$\delta = A\left(\frac{3}{4}\right)^n \quad \text{(A étant une constante).}$$

Éliminant n et faisant les réductions il vient

$$\delta = A v^{-(0,41504)}.$$

On reproduit fidèlement les données expérimentales de M. Kohlrausch [1] en prenant pour A la valeur 52,72. Par exemple :

v............	10000	5000	2000	1000	500	200	100	50	33,33
δ (calculé).....	1,153	1,537	2,249	2,998	3,997	5,847	7,797	10,398	12,301
δ (Kohlrausch).	1,20	1,66	2,30	3,06	4,10	5,94	7,90	10,44	12,20

» Ainsi on a, en général, pour les conductibilités moléculaires μ [2] des sels neutres formés d'ions monovalents, à 18°,

$$\text{(I)} \qquad \mu = \mu_\infty - 52,72 v^{-(0,41504)}.$$

» Cette égalité a une forme analogue à celle que M. Kohlrausch [3] a obtenue par l'introduction de la concentration linéaire et qui, d'après les recherches théoriques toutes récentes de M. Barmwater [4], s'applique aux solutions étendues, à la condition toutefois de prendre pour chaque corps un coefficient A spécial.

» Passant aux Tables de M. Bredig, établies pour la température de 25°, je leur reconnus les mêmes propriétés. Ici encore on voit nettement que les δ forment une progression géométrique de raison $\frac{4}{3}$; les divergences assez faibles sont dues sans doute à ce que M. Bredig a cru devoir arrondir ses nombres pour faciliter les applications numériques. Nous avons calculé pour A la valeur 62,152.

» La conductibilité moléculaire μ [5] des sels neutres formés de radicaux univalents est donc exprimée, pour la température de 25°, par la for-

---

(1) *Ibid.*, p. 794 (on a multiplié ces nombres par 2).

(2) Les conductibilités sont exprimées en inverses d'ohm.

(3) F. Kohlrausch et Holborn, *Leitvermögen der Elektrolyte*, p. 107.

(4) Barmwater, *Zeits. f. physik. Chemie*, t. XXVIII, p. 134; 1899.

(5) F. Kohlrausch et Holborn, *loc. cit.*, p. 163.

mule

(II) $$\mu = \mu_\infty - 62,152 v^{-(0,41504)}.$$

Voici, à titre d'application, le calcul de la conductibilité μ_∞ du permanganate de potasse, à l'aide des valeurs μ trouvées par M. Bredig (1) et de la formule (II):

v	32	64	128	256	512	1024
μ	121,7	125,3	128,3	130,3	131,2	132,4
δ(II)	14,75	11,06	8,30	6,22	4,67	3,50
μ_∞	136,5	136,4	136,6	136,5	135,9	135,9

Moyenne : 136,3. M. Bredig (2) indique $127,5 \times 1,066 = 135,9$ (calculé en inverse d'ohm).

» En résumé, les formules (I) et (II) permettent de trouver facilement la conductibilité μ_∞ quand on connaît quelques valeurs de μ à des dilutions *quelconques* (supérieures à 30^{lit}), pour les températures de 18° et de 25°. Elles pourront probablement être étendues à d'autres températures.

» Enfin on pourra les appliquer au calcul de la conductibilité des solutions *équivalentes* des sels neutres plurivalents dans la mesure où la loi des valences d'Ostwald (2) est elle-même vérifiée. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouveau mode de préparation des éthers phosphoriques mixtes alcoyl-phénoliques.* Note de M. **Albert Morel**, présentée par M. Friedel.

« Dans une précédente Note (3) nous avons montré que l'on peut préparer les phosphates mixtes éthyliques phényliques par action sur le phénate de sodium des chlorophosphates mono- et diéthyliques. Ces éthers peuvent-ils encore être préparés d'après une méthode parallèle à celle qui nous a permis (4) d'obtenir les carbonates mixtes, c'est-à-dire par réaction des alcoolates sur le phosphate triphénylique?

» L'expérience nous l'a démontré. Les résultats obtenus font l'objet de cette Communication.

» Nous avons fait réagir sur $PhO(OC^6H^5)^3$ dissous dans un mélange

(1) Bredig, *loc. cit.*, p. 217.
(2) Ostwald, *loc. cit.*, p. 696, et Bredig, *loc. cit.*, p. 197.
(3) *Comptes rendus*, décembre 1898.
(4) *Comptes rendus*, juillet 1898 et *Bull. Soc. chim.*, juillet, août et novembre 1898.

d'alcool absolu et d'éther anhydre, successivement une, deux et trois molécules d'éthylate de Na dissous dans un excès d'alcool absolu; puis, dans d'autres expériences, nous avons fait intervenir sur ce même phosphate triphénylique des solutions alcooliques de pyridine, de quinoléine, d'urée et de diméthylpipérazine.

» *Action de l'éthylate de* Na *sur le phosphate triphénylique.* — L'action sur une molécule de phosphate triphénylique $PhO(OC^6H^5)^3$:

» 1° D'une molécule d'éthylate de Na nous a donné du phosphate monoéthylique diphénylique $PhO\begin{cases}OC^6H^5\\(OC^2H^5)^2\end{cases}$;

» 2° De deux molécules d'éthylate de Na nous a donné du phosphate diéthylique monophénylique $PhO\begin{cases}(OC^2H^5)^2\\OC^6H^5\end{cases}$;

» 3° De trois molécules d'éthylate de Na ne nous a pas donné traces de phosphate triéthylique, ni même d'éther diéthylique monophénylique, mais du diéthylphosphate de sodium $PhO\begin{cases}(OC^2H^5)^2\\ONa\end{cases}$ et du phénéthol $C^6H^5OC^2H^5$.

» Voici les conditions pratiques de préparation des éthers phosphoriques mixtes par cette méthode :

» On dissout une molécule de phosphate triphénylique (préparé lui-même très facilement par la méthode de Schiaparelli : action de $PhOCl^3$ sur le phénol) dans un mélange à parties égales d'alcool absolu et d'éther anhydre.

» On verse dans cette solution, en agitant et par petites portions, une solution d'un ou de deux atomes de Na dans un excès d'alcool absolu.

» La réaction se fait d'elle-même à froid sans variation notable de température.

» On traite alors le mélange par l'eau froide : on recueille la solution éthérée, d'où l'on chasse l'éther par évaporation; on obtient une huile qu'on rectifie dans le vide.

» On prépare ainsi le phosphate phénylique alcoolique cherché : le produit est pur.

» Cette méthode se recommande par sa commodité et par sa rapidité, mais les rendements sont moindres que dans le cas de la préparation au moyen du chlorophosphate d'éthyle et du phénate de soude.

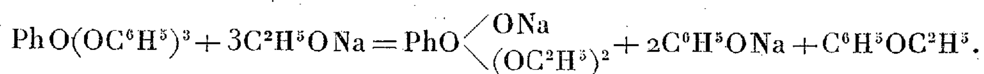
» Comment interpréter ces résultats? Nous savons, d'après les données thermochimiques, que l'acide phosphorique PhO^4H^3 a trois fonctions nettement différentes : acide fort, acide faible et une fonction comparable à la fonction phénol. La Thermochimie indique encore que l'acide carbonique a une fonction acide faible et une fonction comparable à la fonction alcool : ces deux fonctions étant analogues aux deux fonctions acides les plus faibles de l'acide phosphorique. Cette analogie se retrouve dans les propriétés des éthers phénoliques que donnent ces acides.

» En effet, nous avons montré que les carbonates diphénoliques se transforment par action des alcoolates en carbonates dialcooliques et, si l'on opère dans certaines conditions ménagées, en carbonates mixtes phénoliques alcooliques.

» A ces réactions des carbonates, on peut comparer celles qui donnent naissance aux phosphates monoéthylique diphénylique et diéthylique monophénylique à partir du phosphate triphénylique. Dans cet éther, il y a donc deux fonctions analogues à celles du carbonate diphénylique. Il est très probable que ces deux fonctions sont celles où le radical phénolique est lié aux 2OH les plus faibles.

» Quant à la troisième fonction éther du phosphate triphénylique, elle se comporte d'une manière toute spéciale et vraiment curieuse. Nous avons fait réagir sur une molécule de phosphate triphénylique rigoureusement sec, dissous dans un mélange d'alcool et d'éther ne contenant pas trace d'eau, trois atomes de Na aussi purs que possible et dissous dans un excès d'alcool absolu. Nous avons chassé l'alcool et l'éther par évaporation dans le vide. Nous avons repris par l'éther anhydre, chassé cet éther dans le vide, puis à 130° l'alcool retenu par le phénate de Na. Nous avons repris encore par l'éther rigoureusement anhydre, qui n'a dissous que du phénéthol : ce qui démontre l'absence du phosphate triéthylique. La portion insoluble dans l'éther contenait du phosphate trisodique et du diéthylphosphate de soude. Ce dernier a été caractérisé et dosé après transformation en sel de plomb, d'après le procédé indiqué par M. Belugou.

» Cette réaction de trois molécules d'éthylate sur une de phosphate triphénylique doit s'effectuer en grande partie conformément à l'équation suivante :



$$PhO(OC^6H^5)^3 + 3C^2H^5ONa = PhO\left\langle\begin{matrix}ONa\\(OC^2H^5)^2\end{matrix}\right. + 2C^6H^5ONa + C^6H^5OC^2H^5.$$

» Le fait que l'une des fonctions éther du phosphate triphénylique ne se transforme pas sous l'action ménagée de l'éthylate de Na en éther alcoolique, comme le font les deux autres fonctions, ce fait, dis-je, confirme la notion déjà acquise de dissimilitude entre un des trois OH de l'acide phosphorique et les deux autres.

» En effet, nous savons déjà que l'un de ces OH diffère des deux autres par sa chaleur de saturation beaucoup plus considérable ([1]); d'autre part, M. Wichelhaus ([2]) a montré que le phosphate triéthylique traité par l'eau se transforme en acide diéthylphosphorique très stable $PhO\left\langle\begin{matrix}OH\\(OC^2H^5)^2\end{matrix}\right.$ dans

---

([1]) BERTHELOT et LOUGUININE.

([2]) *Annalen der Chemie u. Pharmacie*, Suppl. 6, 265.

lequel d'après les travaux de MM. Belugou et Cavalier ([1]) le OH libre serait celui qui a la plus grande chaleur de saturation. Il n'est donc pas très étonnant que dans notre réaction nous ayons obtenu du diéthylphosphate de sodium et pas de phosphate triéthylique.

» Enfin, comme il était probable, nous avons obtenu des résultats analogues à ceux que nous venons de citer en faisant réagir l'éthylate de Na sur les phosphates mixtes, éthyliques, phényliques, déjà obtenus. C'est ainsi que :

» L'action sur une molécule de phosphate diphénylique monoéthylique dissous dans un mélange d'alcool et d'éther anhydres :

» 1° D'une molécule d'éthylate de Na nous a donné du phosphate diéthylique monophénylique $PhO(OC^2H^5)^3$.

» 2° D'une molécule de propylate de Na nous a donné du phosphate monoéthylique, monopropylique, monophénylique, $PhO \begin{cases} OC^6H^5 \\ OC^3H^7 \\ OC^2H^5 \end{cases}$.

» 3° De deux molécules d'éthylate de Na ne nous a pas donné de phosphate triéthylique, mais du diéthylphosphate de sodium et du phénéthol.

» L'alcool éthylique, absolu ou à 80°, les solutions alcooliques d'urée, de pyridine, de quinoléine, même après quarante-huit heures d'ébullition, sont sans action sur le phosphate triphénylique.

» Nous avons alors fait réagir sur une molécule de phosphate triphénylique dissous dans l'alcool trois molécules de diméthylpipérazine en solution aqueuse à 50 pour 100.

» Cette solution hydroalcoolique de diméthylpipérazine au bout de trois heures d'ébullition, transforme parfaitement tout le phosphate triphénylique en phosphate monoéthylique diphénylique, $PhO \begin{cases} (OC^6H^5)^2 \\ OC^2H^5 \end{cases}$.

» Une ébullition plus longue ou une quantité plus grande de base ne nous ont pas permis d'obtenir l'éther diéthylique monophénylique, ni l'éther triéthylique, mais du phosphate de diméthylpipérazine. Cela doit être rapproché du fait que la solution éthylique étendue de diméthylpipérazine ne donne avec le carbonate de phényle que du carbonate mixte ou une saponification complète sans donner de carbonate double alcoolique.

» Cette action spéciale de l'alcoolate de diméthylpipérazine met en relief la différence qui existe entre les deux fonctions éther du phosphate triphénylique qui se comportent d'une manière analogue vis-à-vis de l'action de l'éthylate de Na. »

([1]) *Comptes rendus* et *Bull. Soc. chim.*

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'alcool amylique de fermentation sur son dérivé sodé.* Note de M. **Guerbet**, présentée par M. Friedel.

« L'un des meilleurs procédés utilisés pour hydrogéner les acides aromatiques consiste à faire agir le sodium sur leur dissolution dans l'alcool amylique bouillant. L'alcool amylique est ensuite régénéré en traitant le mélange par l'eau et peut servir à une nouvelle opération.

» Ayant eu l'occasion d'employer ce procédé, j'ai observé que l'alcool amylique, utilisé dans une série d'opérations de ce genre, ne distillait plus à sa température normale d'ébullition. Il renfermait un composé neutre, bouillant beaucoup plus haut. De plus, l'acide aromatique hydrogéné était toujours mélangé d'une quantité notable d'acide isovalérique, quelque soin que l'on prît de dessécher exactement l'alcool amylique employé.

» Je cherchai alors à isoler le composé neutre qui se formait ainsi et à déterminer les conditions dans lesquelles il pouvait être obtenu en grande quantité. Ces conditions sont les suivantes :

» On met dans un ballon relié à un réfrigérant à reflux 1^{kg} d'alcool amylique avec 130^{gr} de sodium et l'on chauffe peu à peu jusqu'à ce que l'alcool amylique entre en ébullition. On maintient celle-ci pendant vingt-quatre heures et l'on constate qu'il se dégage de l'hydrogène jusqu'à la fin, bien après la dissolution complète du sodium.

» On reprend la masse par l'eau et l'on y ajoute de l'acide sulfurique jusqu'à laisser à la solution une réaction faiblement alcaline. On sépare la couche huileuse qui vient surnager, on la lave à l'eau et on la dessèche sur le carbonate de potasse.

» Après plusieurs rectifications au tube Le Bel-Henninger, on peut en séparer 125^{gr} d'un liquide neutre bouillant à 210°-211° (corr.).

» Il reste, dans le ballon distillatoire, une petite quantité d'un composé huileux que l'on rectifie sous pression réduite, ce qui permet d'en séparer 10^{gr} d'un liquide neutre bouillant à 173°-175° sous 8^{cm} de pression.

» D'autre part, la solution alcaline, séparée par décantation de la couche huileuse, donne, lorsqu'on y ajoute un excès d'acide sulfurique, un mélange d'acides que l'on dessèche sur le sulfate de soude et que l'on rectifie.

» On obtient d'abord de l'acide isovalérique passant à 174°-175°, que l'on caractérise par sa densité 0,9484 et par le point de fusion de son amide, 132°.

» En poursuivant la rectification sous pression réduite, on sépare un autre acide bouillant à 164°-165° (corr.) sous 4^{cm},6 de pression.

» L'acide isovalérique forme de beaucoup la partie principale. On en recueille, en effet, 150^{gr} et 12^{gr} seulement de l'acide bouillant à 164°-165° sous 4^{cm},6 de pression.

» En résumé, il s'est formé, dans les conditions indiquées, deux corps

neutres : l'un bouillant à 210°-211° (corr.), l'autre à 173°-175° (corr.) sous 8^{cm} de pression, et deux acides, dont l'acide isovalérique.

» Le premier corps neutre est un alcool de la formule $C^{10}H^{22}O$, comme montrent son analyse et la détermination de sa densité de vapeur, effectuée à la température d'ébullition du benzoate d'amyle.

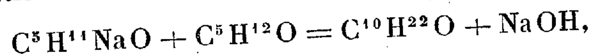
» C'est un liquide incolore à odeur faible, bouillant à 210°-211° (corr.), insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, l'éther. Il ne se solidifie pas à −20°. Le sodium s'y dissout avec dégagement d'hydrogène ; les chlorures d'acétyle et de benzoyle le transforment en éthers correspondants qui bouillent respectivement à 126°-128° (corr.) sous 4^{cm} de pression et à 206°-207° (corr.) sous 3^{cm} de pression.

» Le second corps neutre, bouillant à 173°-175° sous 8^{cm} de pression, est l'éther isovalérique de l'alcool précédent $C^{10}H^{21} - C^5H^9O^2$.

» Il est en effet décomposé par la potasse alcoolique en acide isovalérique et alcool $C^{10}H^{22}O$, comme le prouve le dosage de l'acide résultant de la saponification.

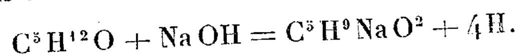
» L'acide bouillant à 164°-165° sous 4^{cm},6 de pression est un liquide huileux incolore, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et l'éther. Il répond à la formule $C^{10}H^{20}O^2$ comme le montrent son analyse et la détermination de son poids moléculaire par la méthode de M. Raoult. Il donne avec la soude, la chaux, la baryte, des sels nettement cristallisés.

» Ces trois composés : alcool $C^{10}H^{22}O$, acide $C^{10}H^{20}O^2$, acide isovalérique, résultent sans doute de l'action de l'alcool amylique sur son dérivé sodé : une molécule de chacun de ces composés réagirait sur l'autre suivant l'équation



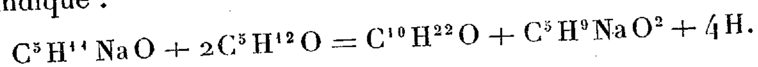
$$C^5H^{11}NaO + C^5H^{12}O = C^{10}H^{22}O + NaOH,$$

et la soude ainsi formée oxyderait l'alcool amylique par la réaction bien connue de Dumas et Stas :



$$C^5H^{12}O + NaOH = C^5H^9NaO^2 + 4H.$$

» Ces deux réactions peuvent d'ailleurs être réunies en une seule qui explique la formation des deux dérivés principaux, l'alcool $C^{10}H^{22}O$ et l'acide isovalérique, qui se forment à très peu près dans les proportions qu'elle indique :



$$C^5H^{11}NaO + 2C^5H^{12}O = C^{10}H^{22}O + C^5H^9NaO^2 + 4H.$$

» Enfin l'acide $C^{10}H^{20}O^2$ se formerait par la réaction de Dumas et Stas

effectuée sur l'alcool correspondant :



$$C^{10}H^{20}O + NaOH = C^{10}H^{19}NaO^2 + 4H.$$

» J'ai vérifié par l'expérience que l'alcool $C^{10}H^{22}O$, oxydé par la potasse en fusion ou par le mélange chromique, donne bien le même acide $C^{10}H^{20}O^2$.

» Le gaz qui s'est dégagé pendant toute la durée de la réaction ne renfermait que de l'hydrogène souillé d'un peu de vapeur d'alcool amylique.

» L'alcool amylique employé bouillait à 130°-132°; il renfermait donc surtout de l'alcool inactif avec un peu d'alcool actif. Je répète en ce moment mes expériences avec l'alcool inactif pur et j'espère pouvoir en rendre compte bientôt à l'Académie.

» La facilité avec laquelle s'effectuent ces réactions, en partant de l'alcool amylique, permet de penser que l'on pourra, dans la suite, préparer d'une manière analogue des alcools riches en carbone encore inconnus. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Répartition du carbone dans les matières humiques.* Note de M. G. **André**.

« J'ai étudié récemment (*Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 414 et 446) l'action de la potasse et celle de l'acide chlorhydrique sur les diverses matières humiques naturelles renfermées dans la tourbe, le terreau, la terre de bruyère, la terre végétale, et j'ai tiré de cette étude quelques conclusions relatives aux formes sous lesquelles l'azote était contenu dans ces matières. Il me reste, pour compléter cet aperçu, à présenter, dans les conditions spéciales d'attaque dans lesquelles je me suis placé et que j'ai spécifiées, la répartition du carbone organique dans chacune des portions que j'ai analysées, c'est-à-dire, dans le cas du traitement par la potasse, le carbone demeurant insoluble, le carbone soluble précipitable par les acides, le carbone soluble non précipitable par les acides; dans le cas du traitement par l'acide chlorhydrique, le carbone insoluble et le carbone soluble.

» L'examen du rapport existant, dans chaque cas, entre le carbone et l'azote dosés dans les mêmes portions conduit à quelques résultats intéressants.

» Voici, sous forme de Tableau simplifié, la valeur, d'après dosage, du

rapport $\frac{C}{Az}$ dans chaque portion, ainsi que la quantité de carbone pour 100 du carbone initial.

	Tourbe.				Terreau.				Terre de bruyère.				Terre végétale.			
	Traitement KOH.		Traitement HCl.		Traitement KOH.		Traitement HCl.		Traitement KOH.		Traitement HCl.		Traitement KOH.		Traitement HCl.	
	Rapport $\frac{C}{Az}$.	Carbone pour 100 du carbone total.	Rapport $\frac{C}{Az}$.	Carbone pour 100 du carbone total.	Rapport $\frac{C}{Az}$.	Carbone pour 100 du carbone total.	Rapport $\frac{C}{Az}$.	Carbone pour 100 du carbone total.	Rapport $\frac{C}{Az}$.	Carbone pour 100 du carbone total.	Rapport $\frac{C}{Az}$.	Carbone pour 100 du carbone total.	Rapport $\frac{C}{Az}$.	Carbone pour 100 du carbone total.	Rapport $\frac{C}{Az}$.	Carbone pour 100 du carbone total.
Partie insoluble...........	147,6	24,5	»	»	84,4	40,0	»	»	82,4	35,4	»	»	40,4	41,8	»	»
Partie soluble. α précipitée par les acides.........	26,9	44,8	»	»	16,6	23,0	»	»	27,1	36,6	»	»	10,8	18,7	»	»
Partie soluble. β non précipitable.	17,7	30,7	»	»	9,8	37,0	»	»	16,7	28,0	»	»	10,1	39,5	»	»
Partie insoluble...........	»	»	40,7	82,2	»	»	33,6	76,3	»	»	48,8	75,6	»	»	17,7	82,6
Partie amidée soluble......	»	»	9,4	17,8	»	»	6,6	23,7	»	»	11,9	24,4	»	»	8,5	17,4

» Le rapport du carbone à l'azote dans les matières initiales soumises à l'analyse est le suivant : tourbe = 22,7; terreau = 15,0; terre de bruyère = 24,7; terre végétale = 12,8.

» Le Tableau précédent montre d'abord un fait général que MM. Berthelot et André ont déjà signalé; à savoir que, plus le composé est condensé et insoluble, plus le rapport $\frac{C}{Az}$ est grand. Voici les remarques que l'on peut tirer de ces expériences :

» 1° *Traitement par la potasse.* — La matière initiale la plus carbonée (tourbe) donne, pour le carbone et l'azote insolubles après le traitement alcalin, un rapport $\frac{C}{Az}$ très grand, soit 147,6. Il se sépare donc, sous l'influence de l'alcali, une matière carbonée très peu riche en azote. Celui-ci, ainsi que je l'ai montré antérieurement, se trouve, dans la proportion de 96 pour 100, engagé dans des composés amidés solubles. Si l'on compare ce résultat à ceux que donnent les autres matières examinées, on voit que la tourbe est caractérisée nettement par une certaine quantité de matière carbonée presque dépourvue d'azote dans laquelle le carbone représente 24,5 pour 100 du carbone total. La partie soluble dans la potasse, précipitée par les acides, fournit un rapport $\frac{C}{Az} = 26,9$. Dans la partie non précipitée par les acides, ce rapport est égal à 17,7; la simplification est évidente et, à mesure que la solubilité augmente et que, conséquemment, la condensation de la matière diminue, ce rapport est de plus en plus petit. Il est bon néanmoins d'observer que ces deux derniers rapports sont notablement plus grands que ceux que présentent, dans les mêmes conditions, le terreau et la

terre végétale. Ils sont, au contraire, presque identiques à ceux que fournit la terre de bruyère (respectivement 27,1 et 16,7). Notons que la tourbe et la terre de bruyère constituent ce qu'on appelle des *terres acides*. La terre de bruyère fournit, par contre, une quantité de carbone insoluble plus grande que dans le cas de la tourbe et qui représente 35,4 pour 100 du carbone total de cette matière; mais le carbone insoluble retient plus d'azote que n'en retenait la tourbe, car $\frac{C}{Az}$ est égal à 82,4.

» Le terreau dont j'ai fait usage est, à l'état initial, moitié moins riche en carbone que la tourbe (carbone dans 1^{kg} sec $= 236^{gr},8$; la tourbe contenant carbone $= 503^{gr},9$). J'ai montré que, sous l'influence de la potasse, son azote était solubilisé en quantité presque égale à celle de la tourbe. Par contre, son carbone a été dissous dans des proportions bien moindres que dans le cas de la tourbe : 40,9 pour 100 du carbone total demeurent insolubles. Le rapport $\frac{C}{Az}$, égal à 84,4, se rapproche de celui que présente, pour la partie insoluble, la terre de bruyère. D'autre part, si l'on examine l'état de simplification dans lequel se trouvent les matières dissoutes par la potasse, on trouve que cette simplification est beaucoup plus avancée que dans les cas de la tourbe et de la terre de bruyère et qu'elle se rapproche de celle de la terre végétale. La partie soluble dans la potasse et précipitée par les acides offre, en effet, les rapports suivants : $\frac{C}{Az} = 16,6$ (terreau) et 10,8 (terre végétale); la partie non précipitée, les rapports 9,8 et 10,1. Il est donc, comme on le voit, indispensable, dans l'étude des matières humiques naturelles, de doser simultanément C et Az pour se rendre compte de la nature même des amides qui ont pris naissance et de leur état de condensation. Le dosage seul de l'azote indique la façon dont cet élément est réparti entre les diverses fractions du traitement, mais il ne renseigne pas sur l'état de condensation plus ou moins avancée des amides qui se sont formés. La tourbe et la terre de bruyère forment donc un groupe à part, distinct de celui du terreau et de la terre végétale.

» 2° *Traitement par l'acide chlorhydrique.* — Le Tableau précédent montre que, de même que dans le traitement par KOH, le rapport $\frac{C}{Az}$ est d'autant plus petit, la condensation d'autant moins grande que la matière est plus soluble. Mais ici la quantité de carbone demeurée insoluble est considérable par rapport à celle du carbone soluble. La partie insoluble de la tourbe contient 82,2 pour 100 du carbone total; celle du terreau 76,3; celle de la terre de bruyère 75,6; celle de la terre végétale 82,6. La dose d'azote qui accompagne ce carbone est également beaucoup plus forte que dans le cas du traitement potassique, de sorte que le rapport $\frac{C}{Az}$ est notablement moindre. Ce rapport est égal à 40,7 et 48,8 dans le cas des terres acides (tourbe, terre de bruyère), plus faible chez le terreau (33,6), plus faible encore chez la terre végétale (17,7). D'autre part, quand on examine le rapport entre le carbone soluble et l'azote amidé soluble qui accompagne le carbone, on trouve que ce rapport est beaucoup plus petit que dans les cas correspondants du traitement potassique. Le traitement chlorhydrique a effectué des simplifications beaucoup plus profondes, quoique

portant sur une beaucoup moindre portion de matière. Ce rapport $\frac{C}{Az}$ tombe en effet à 9,4 avec la tourbe, à 6,6 avec le terreau, à 11,9 avec la terre de bruyère, à 8,5 avec la terre végétale; de semblables rapports se rencontrent chez un grand nombre d'amides aromatiques bien définis.

» Le terreau et la terre végétale sont les substances qui, dans la portion soluble soit du traitement potassique, soit dans celle du traitement chlorhydrique, présentent les composés amidés les plus simples, mais le poids des amides ainsi simplifiés est beaucoup moins considérable à la suite du traitement chlorhydrique qu'à la suite du traitement potassique. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'embryogénie des Orthonectides, et en particulier du* Stœcharthrum Giardi, *Caull. et Mesn.* Note de MM. **Maurice Caullery** et **Félix Mesnil**, présentée par M. E. Perrier.

« On sait que les embryons des Orthonectides se développent à l'intérieur de masses communes que Giard a rapprochées des *sporocystes* chez les Trématodes, que Metchnikoff a appelées *sacs plasmodiaux* (*Plasmodialschlaüche*). Nos recherches sur les espèces que nous avons décrites récemment (voir *Comptes rendus*, 13 février 1899) et spécialement sur le *Stœcharthrum Giardi* C. et M., nous ont fourni des renseignements assez nombreux sur l'embryogénie du groupe en général et, en particulier, sur la nature des sacs plasmodiaux. Nous allons en résumer ici les principaux résultats.

» *Structure des sacs plasmodiaux. Cellules-germes.* — Les sacs plasmodiaux du *Stœcharthrum* sont assez faciles à apercevoir. Ils sont généralement irréguliers, plus ou moins allongés, souvent disposés par paquets, et ressemblent, au premier abord, à des anses vasculaires de l'Annélide parasitée. Ils sont de couleur grisâtre et d'aspect granuleux. Certains d'entre eux, cylindriques, renferment des Orthonectides arrivés à peu près à l'état adulte (il est d'ailleurs très rare d'en observer qui soient libres dans le cœlome de l'hôte; une fois libres, il est probable qu'ils sortent dans le milieu extérieur).

» Les sacs plasmodiaux, fixés et colorés, montrent la structure suivante. Ils sont constitués par un protoplasme finement granuleux, qui a peu d'affinités pour les matières colorantes.

» Dans le protoplasme, sont disséminés, en assez grand nombre, des noyaux qui se présentent sous forme d'une vésicule claire renfermant un nucléole punctiforme (quelquefois deux, au moment où le noyau va se diviser). La plupart de ces noyaux sont directement au sein du protoplasme. Mais quelques-uns sont enveloppés d'une couche

de protoplasme chromophile; ils constituent alors des cellules bien individualisées que nous appellerons des *germes*.

» A côté de cela, en effet, dans chaque sac plasmodial, se trouvent, en nombre variable, des embryons. Certains de ceux-ci ne comprennent qu'un petit nombre de cellules, parfois deux ou quatre seulement, et alors il y a identité d'aspect entre les cellules de ces jeunes embryons et celles que nous appelons *germes*. Il devient évident que ces germes sont l'origine des embryons.

» Ainsi, l'un des noyaux, libres dans le sac plasmodial, en condensant autour de lui du protoplasme qui, dès lors, fixe la matière colorante, devient un germe, c'est-à-dire le point de départ d'un embryon. Notons immédiatement que ces germes, qui n'ont que 4 à 5 μ de diamètre, ont un aspect tout différent des ovules que renferme l'Orthonectide adulte.

» *Évolution de l'embryon*. — On observe assez facilement la série des stades du développement de l'embryon. La segmentation est égale. Il se forme une sorte de morula solide. Les cellules internes sont un peu plus grandes que les autres. Les noyaux ont toujours le même aspect : une membrane nette et un grain nucléolaire. Puis cette morula s'allonge et devient cylindrique. La partie antérieure et l'extrémité postérieure sont formées par un massif de cellules de petite taille, à nucléole minuscule. Sur la majeure partie de la longueur, on distingue, au contraire, des éléments de forme différente :

» 1° Suivant l'axe, une ou mieux deux rangées de cellules à gros noyaux et protoplasme très chromophile. Ce sont de futurs ovules dont l'aspect est ainsi très différent de ce qu'il sera plus tard. En avant et en arrière de la rangée d'ovules, se trouve une masse de petites cellules se divisant très activement et qui donneront les testicules.

» 2° Des cellules à gros nucléole en croissant, enveloppant la rangée d'ovules.

» 3° Une couche externe d'éléments très petits semblables à ceux qui forment les deux extrémités.

» A partir d'un certain moment, il paraît ne plus y avoir multiplication de cellules, mais agrandissement de celles qui existent et qui, jusque-là, étaient presque réduites au noyau. Dans les ovules, le nucléole disparaît et le noyau prend une coloration plus ou moins diffuse. L'état adulte est réalisé par un étirement longitudinal considérable de l'embryon. Les massifs antérieur et postérieur de petites cellules donnent les 10-12 premiers et les 3-4 derniers anneaux de l'adulte, *en entier*. Les deux couches externes de cellules qui entourent les ovules fournissent l'ectoderme de la région génitale de l'adulte; les ovules se disposent sur une rangée unique.

» *Rapports des sacs plasmodiaux et de l'Annélide*. — Si l'on étudie maintenant des coupes de *Scoloplos* infestés, on reconnaît que les sacs plasmodiaux n'existent pas seulement dans la cavité générale, mais qu'ils pénètrent littéralement à l'intérieur de l'épithélium intestinal; ils écartent les cellules et, sur les coupes, paraissent même intracellulaires; nous pensons toutefois qu'ils sont toujours *intercellulaires*. Néanmoins, cette position leur suppose une mobilité propre. Metchnikoff l'a du reste déjà signalée pour ceux de la *Rhopalura Giardi*. On conçoit que leur situation, dans l'épaisseur même de l'épithélium intestinal, soit une excellente condition de nutrition.

» Chaque sac ne renferme guère plus de deux *Stœcharthrum* adultes à la fois; mais

quand il s'agit de jeunes, les embryons d'un sac sont plus nombreux. Ces sacs peuvent sans doute se fragmenter; après l'expulsion des adultes, les noyaux libres qui restent peuvent probablement se transformer en de nouveaux germes et par suite de nouveaux embryons. On conçoit donc que, une fois un *Scoloplos* parasité, l'infection s'y maintienne et s'y propage et que le nombre des parasites soit considérable. *Il ne se développe dans l'Annélide infestée aucun embryon en dehors des sacs.*

» Quelles sont maintenant l'origine et la valeur morphologique des sacs plasmodiaux? C'est le point le plus obscur de l'histoire des Orthonectides. Les auteurs précédents n'ont pas étudié la structure histologique de ces productions. Ils les regardent, sans preuves décisives d'ailleurs, comme étant simplement des fragments amputés et transformés du corps des femelles, fragments renfermant un certain nombre d'ovules qui seraient (d'après Metchnikoff et Julin) l'origine des embryons. Il n'en est certainement pas ainsi chez le *Stœcharthrum*. Nous avons fait remarquer déjà qu'il y a dissemblance complète entre un ovule et une cellule-germe; celle-ci n'est pas un ovule. Entre l'ovule et elle, il y a nécessairement une série de transformations que malheureusement nous n'avons pas vues [1]. Elles correspondent probablement à une partie du cycle évolutif de l'Orthonectide, qui s'accomplit normalement dans le milieu extérieur et pendant laquelle intervient la fécondation. La ciliation des Orthonectides fait supposer une phase de vie libre, que corroborent du reste certaines observations de Julin. Les individus pénétreraient ensuite, sous une forme inconnue, dans un nouvel hôte. C'est alors, suivant nous, que se forment les sacs plasmodiaux. Ceux-ci sont un appareil de multiplication asexuée du parasite à l'intérieur de l'hôte qu'il a infesté; et, à cet égard, les idées émises par Giard (fondées sur le simple aspect extérieur), qui compare ces productions aux *sporocystes* des Trématodes, nous paraissent justes, au moins en ce qui concerne le *Stœcharthrum*. Il n'y aurait du reste, entre les deux cas, qu'une analogie d'ordre général.

---

(1) Nous avons trouvé, mais très rarement, des *Stœcharthrum* adultes chez lesquels la rangée d'ovules était remplacée, vers l'extrémité postérieure, par une masse de petites cellules, bien séparées les unes des autres, de 4 μ de diamètre environ (les ovules mesurent de 12 à 15 μ). Cette région a-t-elle été transformée à la suite d'une fécondation (la présence de spermatozoïdes au voisinage permettrait cette supposition)? Y a-t-il eu multiplication des ovules donnant ces petites cellules? D'autre part, certains *Stœcharthrum* nous ont paru, par leur partie postérieure, en continuité avec des tubes plasmodiques. Est-ce là un mode de transformation régulier? Il nous a semblé, en tout cas, trop rare pour se produire normalement à l'intérieur de l'Annélide.

» Au contraire, il nous paraît y avoir une affinité étroite entre les cellules-germes, telles que nous venons de les définir chez le *Stœcharthrum* et les productions de même nom chez les Dicyémides. Les sacs plasmodiaux nous paraissent correspondre exactement à la cellule axiale des Dicyémides; ce sont deux phases équivalentes dans le cycle évolutif des deux groupes; et ainsi se trouve mise en évidence, par nos observations, une nouvelle ressemblance entre eux. Pour les Dicyémides comme pour les Orthonectides, nos connaissances offrent du reste une lacune correspondant à la transmission du parasite d'un hôte à l'autre, et aux phénomènes de sexualité. »

ZOOLOGIE. — *Contribution à l'étude d'éléments spéciaux de la cavité générale du Phymosome.* Note de MM. **J. Kunstler** et **A. Gruvel**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Le liquide de la cavité générale du *Phymosoma granulatum* contient, outre les éléments histologiques normaux du sang, de remarquables corps mobiles ciliés, connus sous la dénomination de *coupes ciliées*.

» Leur aspect ordinaire est celui de vésicules mamelonnées, mûriformes, munies à leur région postérieure d'un disque locomoteur cilié. Leur mouvement est plus ou moins rectiligne, quoiqu'il présente des oscillations variables avec les individus.

» Le développement de ces formations est d'un haut intérêt. Non seulement il est susceptible d'éclairer d'un jour nouveau leur véritable nature, mais encore il n'est pas sans jeter quelque lumière sur des faits plus généraux.

» Les individus très jeunes sont essentiellement constitués par une vésicule simple, à paroi mince et remplie de liquide. En un point de cette paroi se trouve logé un noyau lenticulaire, entouré d'un amas variable de protoplasma. Le disque cilié se trouve à la partie postérieure de la vésicule, c'est-à-dire qu'il est toujours en arrière pendant la locomotion. Il est garni d'un abondant revêtement de flagellums d'une longueur notable. Enfin, au centre de ce disque, se trouvent une ou plusieurs cellules dont l'importance est fondamentale. Plus ou moins enfoncées ou invaginées dans une dépression postérieure de la vésicule claire, ces cellules ont un aspect qui rappelle jusqu'à un certain point celui des sphères de segmentation. Leur constitution ne montre aucune espèce de différenciation, dans aucun sens; leur noyau est relativement gros et apparent; leur protoplasma est très granuleux.

» L'état unicellulaire de la vésicule claire est l'exception infime. Presque toujours, et dès les premiers stades de l'évolution, elle se montre constituée par un nombre variable d'éléments cellulaires tous semblables entre eux. Cette vésicule s'est ainsi pro-

fondément transformée; elle a complètement changé d'aspect. Ce n'est plus là une sphère creuse à paroi mince et transparente, dans l'épaisseur de laquelle se trouve logé le noyau primitif. La division de cet élément a produit une foule de noyaux, autour de chacun desquels s'est constitué un corps cellulaire renflé, bombé, net et fort bien délimité, de telle sorte que l'ensemble rappelle, à première vue, l'aspect d'une *morula*.

» L'étude de la coupe optique de ces formations amène à un résultat différent. On les voit alors constitués par un assemblage de cellules claires qui se trouvent disposées en une assise unique et dont l'ensemble constitue une vésicule remplie d'un liquide d'aspect mucilagineux. Ce n'est donc pas là, en réalité, quelque chose de comparable à la *morula*, mais bien plutôt à la *Blastula*, ceci étant dit sous la réserve des faits qui seront énoncés ci-dessous et qui sont de nature telle qu'on pourra les ramener à un ensemble encore plus complexe.

» En effet, les éléments cellulaires sombres et granuleux du centre du disque cilié, qui sont plus petits que les cellules de la vésicule se multiplient plus ou moins rapidement et s'invaginent d'une façon progressive, de manière à constituer une dépression en cul-de-sac, dont la forme varie, depuis celle d'une cupule, jusqu'à celle d'un tube en cœcum à calibre étroit.

» La figure ainsi obtenue rappelle d'une manière frappante celle des gastrules en voie d'invagination par embolie. On peut dire, en quelque sorte, exactement, que l'ensemble ainsi constitué, réalise d'une façon remarquable le stade *Depœa* de l'embryogénie normale. On y trouve, en effet, toutes les parties de la *Depula*. Une couche cellulaire simple, constitue la paroi d'une grande vésicule hyaline, remplie d'un liquide mucilagineux et rappelant bien le *Blastocœle*. Dans cette vésicule s'invagine une sorte de formation endodermique, dont le développement a pour résultat immédiat de diminuer progressivement le volume de cette sorte de cavité de segmentation. Cette dépression qui rappelle l'endoderme est aussi formée d'une assise cellulaire unique, et sa cavité qui peut être comparée à l'archentéron, est largement ouverte, sans aucune espèce de constriction qui puisse être comparée à un blastopore. On a donc là la constitution typique de la forme embryonnaire en casque avec laquelle elle ne présente, au point de vue de la constitution, qu'une différence d'une valeur relative, dérivant de la présence du disque cilié, sans que, toutefois, il paraisse possible de penser qu'il n'existe dans aucune forme embryonnaire analogue une organisation locomotrice de ce genre.

» En résumé, les *coupes ciliées* présentent, pendant la période de leur vie que l'on peut qualifier d'*adulte*, la constitution d'une sorte de *gastrula* permanente, à blastopore largement ouvert et dirigé vers l'arrière.

» La portion invaginée, qui peut être comparée à l'intestin primitif, ne semble pas avoir pour rôle principal la digestion des éléments nutritifs, qui paraissent plutôt être absorbés par imbibition. Le rôle de cette dépression postérieure semble être seulement celui d'une cavité reproductrice et peut-être aussi celui d'une sorte de chambre incubatrice. La couche cellulaire est comparable à un véritable épithélium germinatif, en voie de

constante reproduction. Pendant toute la vie de ces formations, cet épithélium est le point de départ, par une sorte de bourgeonnement assez abondant, de corpuscules reproducteurs spéciaux. Par le fait de ce processus, leur constitution typique est ordinairement plus ou moins marquée, et, à la place d'une cavité, on voit quelquefois là un véritable massif cellulaire.

» De l'ensemble de ce qui précède, il résulte que la fonction essentielle de cette sorte de cavité archentérique n'est donc pas digestive. C'est là un fait d'un intérêt théorique réel qui vient apporter un solide appui aux considérations embryogéniques d'après lesquelles on a déjà pu affirmer que les premières gastrula méritaient, sans doute, le nom de *genito-gastrula* (¹), le rôle primitif de l'*endoderme* étant essentiellement reproducteur. L'embryogénie comparée nous permet d'admettre que, par une division du travail progressive, une partie des cellules endodermiques primitivement reproductrices ont pu s'adapter à des fonctions digestives, alors que la reproduction est restée l'apanage d'un autre groupe de cellules. Ces dernières montrent aujourd'hui et ont dû montrer alors une tendance à se séparer de l'invagination adaptée à la digestion. On entrevoit bien ainsi l'origine du *mésoderme*. Nous savons, du reste, déjà, que certaines cellules primordiales du mésoderme (par exemple, les deux cellules polaires de la lèvre inférieure de l'Amphioxus) sont homologables avec les *gonades*. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur le tremblement de terre de Triphylie du 22 janvier 1899.* Note de M. D. **Eginitis**, communiquée par M. M. Lœwy.

« Le matin du 22 janvier 1899 un séisme assez fort a secoué la province de Triphylie, située à la côte occidentale du Péloponèse. Cette partie de la Grèce souffre, comme on sait, bien souvent de séismes; la même province a subi un tremblement de terre presque aussi fort en 1886.

» Le dernier séisme était composé de deux secousses violentes qui ont déterminé beaucoup de désastres. La première secousse était précédée et accompagnée d'un fort bruit souterrain; elle était ondulatoire et d'une durée de sept secondes. La deuxième secousse, qui s'est produite un peu après la première, avait presque la même durée, mais ses ébranlements étaient plus irréguliers et plus nombreux que ceux de la première; c'est pour cela que celle-ci a causé les dégâts les plus importants; elle était

(¹) J. Kunstler, *La Genito-gastrula* (*Journal de Micrographie*, 1887).

accompagnée également d'un bruit souterrain. L'heure que nos observateurs donnent pour la première secousse est $9^h 50^m$ (temps moyen d'Athènes); mais cette secousse, bien que très faiblement sentie à Athènes, a pu nous arrêter la pendule Berthoud de l'observatoire à $9^h 49^m 56^s$; par conséquent, elle doit avoir eu lieu en Triphylie deux minutes environ auparavant, soit vers $9^h 48^m$. La direction du phénomène était dans l'épicentre du SW au NE, presque perpendiculaire au grand axe de l'ellipse épicentrale.

» Le service géodynamique de l'observatoire qui, depuis 1893, a formé un grand nombre d'observateurs distribués sur tous les points de la Grèce, et les a munis de bulletins, préparés exprès pour la description complète de ces phénomènes, a reçu assez d'observations au moyen desquelles nous avons pu nous former une idée exacte de l'étendue du séisme et de son intensité dans les différentes provinces de la Grèce.

» D'après ces renseignements, nous avons tracé les *courbes isoséistes;* ces lignes affectent, comme d'ordinaire, la forme elliptique et divisent le Péloponèse en quatre zones distinctes. La première zone, qui constitue l'*épicentre,* et comprend les lieux où des constructions solides se sont écroulées, s'étend de Ligoudista vers l'île de Zante, à une distance de quelques kilomètres au delà de la côte de Triphylie; le grand axe de cette zone épicentrale a une longueur de 30^{km} et le petit de 16^{km}. La deuxième zone, dans laquelle quelques maisons seulement, mal construites, ont été renversées et plusieurs autres n'ont subi que des crevasses, est délimitée par l'isoséiste qui passe près de Calamate et Gargalianes; elle affecte aussi une forme elliptique dont le grand axe a une longueur de 77^{km} et le petit de 48^{km}.

» La troisième zone, dans laquelle les secousses, quoique assez fortes, n'ont fait que lézarder quelques maisons et renverser certains objets mobiliers, est délimitée par l'isoséiste elliptique qui passe près de Gythion, Tripolis, Dimitzana, Pyrgos et Pylos; son grand axe est de 145^{km} et le petit de 100^{km}. La quatrième zone, dans laquelle les secousses ont été faibles, mais sensibles à l'observation directe, affecte la forme d'un grand cercle, dont le diamètre est de 220^{km}; elle est délimitée par une isoséiste qui passe par Zante, Patras, Egion et Mégare.

» Le phénomène en question n'a donc pas eu une très grande étendue; il s'est limité seulement dans le Péloponèse, l'île de Zante et les côtes méridionales de la Grèce continentale. Mais l'intensité des séismes n'est pas toujours analogue à leur étendue; de même l'épicentre du grand séisme qui a ruiné, en 1894, la Locride n'avait que 70^{km} de long et 65^{km} de large. Dans l'épicentre du dernier tremblement de terre de Triphylie les dégâts ont été considérables; à Kyparissie, aux environs de laquelle a eu lieu le maximum du phénomène, 53 maisons se sont écroulées, 70 ont été rendues inhabitables, et pas une n'est restée intacte; à Philiatra toutes les maisons sont plus ou moins fortement lézardées; enfin sur toute la zone épicentrale, et surtout aux villages situés aux environs de Kyparissie, on compte beaucoup de maisons qui sont ruinées et un grand nombre d'elles qui sont inhabitables.

» Dans l'épicentre, le sol ne présente pas de crevasses; mais à Calamate

il a subi de légers effondrements, qui ont endommagé la ligne du chemin de fer, et à Gianitza on a observé une petite fissure. Le séisme a affecté aussi les sources; l'eau d'une de celles-ci, dans le village Aétos, fut augmentée et troublée; celle des sources de Berbitza a manqué pendant quelque temps, et à Dimitzana une source a été troublée seulement.

» Des signes précurseurs ont été observés, un peu avant la première secousse, dans plusieurs endroits du Péloponèse; les poules et les chiens criaient et cherchaient à fuir.

» Les violentes secousses du 22 janvier ont été suivies de plusieurs autres, beaucoup plus faibles, le même jour et les jours suivants jusqu'au 29 janvier.

» Suivant une dépêche de l'île de Wight d'Angleterre, on y a observé à Newport (probablement par des séismographes ou autres instruments sensibles) le séisme de Triphylie à $8^h 24^m 55^s$ (temps moyen de Greenwich). Par conséquent le choc est arrivé dans cette île avec une vitesse de 2^{km}, 1 par seconde; pour le séisme de Constantinople nous avions trouvé que le choc était arrivé à Paris avec une vitesse de 3^{km} par seconde (1). »

M. Pfeiffer adresse un travail « Sur la division décimale de la circonférence et du temps ».

A 3 heures un quart l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 13 février 1899.

Assemblée générale des actionnaires de la Banque de France du 26 janvier 1899, sous la présidence de M. G. Pallain, Gouverneur : *Compte rendu,*

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXIX, p. 483.

au nom du Conseil général de la Banque, et *Rapport* de MM. les Censeurs. Paris, imp. Paul Dupont, 1899; 1 br. in-4°.

L'Université de Paris, bulletin mensuel de l'Association générale des Étudiants. N° 92, janvier 1899. Paris, 1 fasc. in-8°.

Bulletin officiel du Syndicat contre le phylloxera et Revue de Viticulture algérienne. N° 56, 12e année, 1898. Alger, F. Fontana et Cie; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société académique d'Agriculture, Belles-Lettres, Sciences et Arts de Poitiers. N° 333, juin, juillet et août 1898. Poitiers, typ. Oudin et Cie, 1898; 1 fasc. in-8°.

On the instincts and habits of the solitary Wasps, by GEORGES-W. PECKHAM and ELIZABETH-G. PECKHAM. Madison (Wisc.), 1898; 1 vol. in-8°.

On the forestry conditions of Northern Wisconsin, by FILIBERT ROTH. Madison (Wisc.), 1898; 1 vol. in-8°.

Publications of the University of Pennsylvania. New series, n° 4 : *Contributions from the laboratory of hygiene,* nos 1-2. Philadelphia, 1898; 1 fasc. in-8°.

Pubblicazioni della Specola Vaticana. Volume V. Roma, tipografia Vaticana, 1898; 1 vol. in-4°.

Archives des Sciences biologiques, publiées par l'Institut impérial de Médecine expérimentale à Saint-Pétersbourg. Tome VI, n° 5. (Édition française.) Saint-Pétersbourg, 1898; 1 fasc. in-4°.

The institution of mechanical engineers : Proceedings. July 1898. Derby meeting. London; 1 vol. in-8°.

The Quarterly Journal of the Geological Society. Vol. LV, part. I, February 1st 1899, n° 217. London, Longmans, Green and C°; 1 vol. in-8°.

Sitzungsberichte der königlich preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin. XL-LIV, 20 October-22 December 1898. Berlin, 1898; 6 fasc. in-4°.

La medicina cientifica en España, revista mensual de alcaloidoterapia y medicina pratiqua. Año I, Enero de 1899, num. 1. Barcelona, 1 fasc. in-4°.

The Astronomical Journal, n° 454. Vol. XIX, n° 22. Boston, 1899; 1 fasc. in-4°.



COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 FÉVRIER 1899,

PRÉSIDENCE DE M. VAN TIEGHEM.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** donne lecture d'une dépêche adressée à l'Académie par le Président de l'Université de Christiania, pour lui annoncer la mort de M. *Sophus Lie,* Correspondant de la Section de Géométrie, décédé le 18 février 1899.

Notice sur M. Sophus Lie; par M. **Darboux**.

« Sophus Lie était né le 17 décembre 1842 en Norvège, à Nordfjordeid (près de Florö), où son père Johan-Herman Lie était pasteur. Les études de son enfance et de sa jeunesse n'avaient pas décelé chez lui cette aptitude exceptionnelle pour les Mathématiques que l'on signale de si bonne heure dans la vie des grands géomètres : Gauss, Abel et beaucoup d'autres.

Il y a plus; au moment de quitter l'Université de Christiania en 1865, il hésitait encore entre la Philologie et les Mathématiques. Ce sont les travaux de Plücker sur la Géométrie moderne qui lui donnèrent pour la première fois pleine conscience de ses aptitudes et éveillèrent en lui un ardent désir de se consacrer aux recherches mathématiques. Surmontant alors toutes les difficultés, travaillant avec une énergie indomptable, il publia en 1869 son premier travail et, dès 1870, on peut dire qu'il était en possession des idées directrices de toute sa carrière.

» J'ai eu à cette époque le plaisir de le voir souvent, de l'entretenir à Paris où il était venu avec son ami M. F. Klein. Un cours de M. Sylow suivi par M. Lie lui avait révélé toute l'importance de la théorie des groupes de substitutions; les deux amis étudiaient cette théorie dans le grand Traité de notre confrère M. Jordan; ils avaient pleine conscience du rôle essentiel qu'elle était appelée à jouer dans tant de branches des Mathématiques auxquelles elle n'avait pas encore été appliquée. Ils ont eu, l'un et l'autre, la bonne fortune de contribuer par leurs travaux à imprimer aux études mathématiques la direction qui leur avait paru la meilleure.

» Une courte Note de S. Lie *Sur une transformation géométrique*, présentée en octobre 1870 à notre Académie, contient une découverte extrêmement originale. Rien ne ressemble moins à une sphère qu'une ligne droite et cependant Lie a su trouver, en s'appuyant sur les idées de Plücker, une transformation singulière qui fait correspondre à une ligne droite une sphère, qui fait dériver par conséquent de toute proposition relative à un ensemble de lignes droites un théorème relatif à un ensemble de sphères, et *vice versa*. Il est vrai que, si les droites sont réelles, les sphères correspondantes sont imaginaires. Mais de telles difficultés ne sont plus pour arrêter les géomètres. Dans cette méthode si curieuse de transformation, chaque propriété relative aux lignes asymptotiques d'une surface se transforme en une proposition relative aux lignes de courbure. Le nom de Lie demeurera attaché à ces relations si cachées qui rattachent l'une à l'autre la ligne droite et la sphère, ces deux éléments essentiels et fondamentaux de la recherche géométrique. Il les a développées d'une manière détaillée dans un Mémoire plein d'idées neuves, qui a paru en 1872 dans les *Mathematische Annalen*.

» Les travaux qui suivirent ce brillant début confirmèrent pleinement toutes les espérances qu'il avait fait naître. A partir de 1872, S. Lie ne cessa pas de faire paraître une série de Mémoires sur les parties les plus difficiles

et les plus hautes du Calcul intégral. Il commence par une étude approfondie des travaux de Jacobi sur les équations aux dérivées partielles du premier ordre, et se rencontre d'abord avec M. Mayer pour perfectionner cette théorie en un point essentiel. Puis, en continuant l'étude de ce beau sujet, il est conduit à construire progressivement cette magistrale théorie des groupes continus de transformation qui constitue son œuvre la plus importante et dans laquelle il n'a été, au moins au début, aidé par personne. L'analyse détaillée de cette vaste théorie nons entraînerait trop loin. Il convient néanmoins de signaler d'une manière toute particulière deux éléments tout à fait essentiels de ces recherches : d'abord l'emploi des transformations de contact qui jette une lumière si vive et si inattendue sur les parties les plus difficiles et les plus obscures des théories relatives à l'intégration des équations aux dérivées partielles, ensuite l'emploi des transformations infinitésimales. L'introduction de ces transformations appartient entièrement à S. Lie; leur emploi, comme celui de la *variation* dû à Lagrange, est de nature à étendre beaucoup la notion de différentielle et les applications du Calcul infinitésimal.

» La constitution d'une théorie si étendue n'a pas suffi à l'activité de M. Lie. Pour en montrer toute l'importance, il l'a appliquée à un grand nombre de sujets particuliers, et, chaque fois, il a eu la bonne fortune de rencontrer des propriétés élégantes et nouvelles. Je m'attacherai de préférence aux recherches qu'il a publiées à partir de 1876 sur les surfaces minima. La théorie de ces surfaces, la plus attrayante peut-être qui se présente en Géométrie, attend encore, et attendra peut-être longtemps, la solution complète du premier problème que l'on doit s'y proposer, à savoir la détermination de la surface minima passant par un contour donné. Mais, en revanche, elle s'est enrichie d'un grand nombre de propositions intéressantes dues à une foule de géomètres. En 1866, Weierstrass a fait connaître un système de formules très précis et très simple qui a provoqué toute une série de nouvelles études sur ces surfaces. Dans ses travaux, Lie revient simplement aux formules de Monge; il en donne l'interprétation géométrique et montre comment leur emploi peut conduire à la théorie la plus satisfaisante des surfaces minima. Il fait connaître des méthodes qui permettent de déterminer toutes les surfaces minima algébriques d'une classe et d'un ordre donnés. Enfin, il étudie le problème suivant : déterminer toutes les surfaces minima algébriques inscrites dans une développable algébrique donnée; et il en donne la solution complète

dans le cas où l'on connaît seulement *une* de ces surfaces inscrites dans la développable.

» Tout aussi intéressantes sont les recherches que nous lui devons sur les surfaces à courbure constante dans l'étude desquelles il met en œuvre un beau théorème de M. Bianchi sur les lignes géodésiques et sur les cercles géodésiques, sur les surfaces de translation, sur les surfaces de M. Weingarten, sur les équations du second ordre à deux variables indépendantes, etc. Je me reprocherais d'oublier, même dans ce résumé si rapide, les applications que Lie a faites de sa théorie des groupes à la Géométrie non euclidienne et à l'étude approfondie des axiomes qui sont à la base de nos connaissances géométriques.

» Tant de travaux avaient de bonne heure attiré sur le grand géomètre l'attention de tous ceux qui cultivent la Science ou s'intéressent à ses progrès. Dès 1877, une chaire nouvelle de Mathématiques était créée pour lui à l'Université de Christiania, et la fondation d'une Revue norvégienne lui permettait de poursuivre, de publier tous ses travaux. En 1886, il avait répondu à l'appel si honorable que lui adressait l'Université de Leipzig; il a enseigné dans cette Université en qualité de professeur ordinaire de 1886 à 1898. C'est à cette période de sa vie que se rapporte la publication des Ouvrages didactiques dans lesquels il a coordonné toutes ses recherches. Il y a six mois, il revenait dans son pays pour occuper à Christiania la chaire qui lui avait été spécialement réservée par le Parlement de Norvège, avec un traitement exceptionnel de 10000 couronnes. Malheureusement, l'excès de ses travaux avait épuisé ses forces et il meurt d'anémie cérébrale à l'âge de 56 ans.

» Nulle part sa perte ne sera plus vivement ressentie que dans notre pays où il comptait tant d'amis. Pourtant, en 1870, il lui était arrivé une mésaventure dont j'avais contribué à lui épargner les suites. Surpris à Paris par la déclaration de guerre, il était allé se réfugier à Fontainebleau. Occupé sans cesse des idées qui fermentaient dans sa tête, il allait chaque jour dans la forêt, s'arrêtant dans les sites les plus éloignés des sentiers battus, prenant des notes, dessinant des figures au crayon. Il n'en fallait pas tant à cette époque pour éveiller les soupçons. Arrêté et incarcéré à Fontainebleau, dans des conditions d'ailleurs fort douces, il se réclamait de M. Chasles, de M. Bertrand, d'autres encore; je fis le voyage de Fontainebleau et n'eus aucune peine à convaincre le procureur impérial ; toutes les notes que l'on avait saisies et où figuraient des complexes, des systèmes

orthogonaux, des noms de géomètres, ne se rapportaient en aucune façon à la défense nationale. Lie fut relâché : son esprit bienveillant et élevé ne garda pas rancune à notre pays. Non seulement il revenait volontiers le visiter, mais il accueillait avec une grande bienveillance les étudiants français, les élèves de notre École Normale qui allaient suivre ses leçons de l'Université de Leipzig. C'est à l'École Normale qu'il a dédié son grand Ouvrage sur la théorie des groupes de transformations. Plusieurs de nos thèses de la Sorbonne ont été inspirées par son enseignement et lui ont été dédiées.

» Les admirables travaux de Sophus Lie ont joui du privilège, aujourd'hui bien rare, de réunir dans une commune admiration les géomètres aussi bien que les analystes. Il a découvert des propositions fondamentales qui préserveront son nom de l'oubli; il a aussi créé des méthodes et des théories qui, pendant longtemps encore, exerceront leur influence féconde sur le développement des Mathématiques. Le pays qui l'a vu naître et qui a su l'apprécier peut placer avec orgueil son nom à côté de celui d'Abel, dont il a été le digne émule et dont il eût été si heureux de célébrer le prochain centenaire. »

PHYSIQUE. — *Interrupteur électrolytique*. Note de M. d'Arsonval.

« Les hautes fréquences et la production des rayons X ont remis en honneur la bobine de Ruhmkorff. Pour ces deux usages il faut des interrupteurs rapides, faisant donner d'une façon constante à la bobine le maximum de longueur de l'étincelle.

» Les divers expérimentateurs ont repris à cet effet l'interrupteur Foucault, en le perfectionnant de façon que les interruptions se fassent au moyen d'un moteur ou de tout autre appareil mécanique. Malgré l'ingéniosité des moyens employés, les résultats ne sont pas encore satisfaisants et l'on ne dépasse guère vingt à trente interruptions à la seconde.

» Je viens de voir, à l'École de Physique et Chimie de la ville de Paris, un dispositif installé par M. le professeur Hospitalier, qui sort des données connues et qui semble réaliser l'idéal de l'interrupteur automatique. Ce dispositif est dû à M. le Dr A. Wehnelt, de Charlottenbourg; M. Hospitalier a le mérite de l'avoir fait connaître en France, et je crois rendre un service aux nombreux expérimentateurs que la question intéresse, en le signalant à mon tour à l'Académie.

» Le dispositif du Dr Wehnelt donne de ce problème une solution aussi élégante que simple. Il ne comporte aucun organe de mouvement : l'interruption du courant est basée uniquement sur les phénomènes électrolytiques étudiés successivement par Davy, Planté et surtout par notre collègue Violle en collaboration avec M. Chassagny [1].

» Si dans un vase en plomb, plein d'eau acidulée au $\frac{1}{10}$ par l'acide sulfurique, on plonge un fil de platine soudé à l'extrémité d'un tube de verre et correspondant au pôle positif d'une batterie d'accumulateurs de 40 à 110 volts (le pôle négatif étant relié au vase en plomb), le passage du courant fait rougir le fil de platine. Il se forme une gaine lumineuse autour de ce fil et un bruit strident se produit.

» Ce bruit semble indiquer que le courant passe d'une façon intermittente : en 1892, MM. Koch et Wüllner avaient prouvé, au moyen du téléphone, qu'il en est réellement ainsi.

» M. Wehnelt, se basant sur ce fait, a eu l'idée d'intercaler, dans le circuit de la cuve électrolytique, le primaire d'une bobine d'induction et il a vu que la cuve constituait le plus parfait et le plus simple des interrupteurs. J'ai répété avec un plein succès l'expérience que j'avais vue au laboratoire de M. Hospitalier. Avec 70 volts, une bobine de Ruhmkorff, dont j'avais enlevé le condensateur et l'interrupteur, m'a donné avec la cuve électrolytique des étincelles de 25^{cm} de longueur, sous la forme d'un trait de feu continu, de la grosseur d'un crayon. Le nombre des interruptions, d'après le son rendu et l'examen au miroir tournant, est d'au moins 1700 par seconde.

» Avec une petite bobine, donnant seulement 4^{cm} d'étincelle, le nombre des interruptions dépasse 3000 à la seconde. Ce nombre dépend de la self de la bobine, des dimensions du fil de platine et de la tension du courant. Les résultats sont excellents avec un fil de platine de $0^{mm},7$ à $0^{mm},8$ de diamètre, dépassant le tube de verre de 18^{mm} à 22^{mm} environ, avec la bobine que j'emploie.

» Avec ce dispositif, j'ai éclairé une ampoule de Crookes et obtenu des rayons de Röntgen doués d'une fixité et d'un pouvoir de pénétration qui ont beaucoup étonné M. Sagnac, témoin de l'expérience et bien habitué à ces phénomènes. Une radiographie de la main a été instantanée.

» Employée sur un de mes appareils médicaux à haute fréquence, la

---

(1) Voir Violle et Chassagny, *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 284; 1889, et pour l'historique de la question : Raveau, in *Éclairage électrique*, t. VI, p. 481; 1896.

même bobine a donné des résultats au moins dix fois plus énergiques que lorsque je m'en sers avec l'interrupteur Foucault.

» Enfin, j'ai eu l'idée de remplacer le courant continu provenant des accumulateurs par le courant alternatif du Secteur de la rive gauche, à 110 volts. Dans ces conditions nouvelles, j'ai constaté que la bobine fonctionne également bien et, phénomène intéressant, elle illumine l'ampoule de Crookes comme avec le courant continu, ce qui prouve que l'interruption du courant se fait dans un seul sens.

» Le nouvel interrupteur est donc en même temps un séparateur de courants, condition précieuse pour la radiographie, qui se fera également bien avec le courant continu et avec le courant alternatif, sans rien modifier au matériel.

» Mise en rapport avec un effluveur Berthelot, la bobine donne des quantités d'ozone incomparablement plus grandes qu'avec le trembleur ordinaire.

» Le nouvel interrupteur permet donc d'obtenir facilement des ondes hertziennes régulières et puissantes; son emploi est tout indiqué pour la télégraphie sans fils.

» La courbe d'interruption, examinée au réographe Abraham par M. Carpentier, montre qu'elle est très régulière et qu'il n'y a pas de temps perdu ni d'oscillations parasites.

» Le meilleur tube interrupteur m'a semblé jusqu'à présent être un tube à essai en verre mince, dont le fond est traversé par le fil de platine, *soudé en paroi mince,* et noyé dans le mercure. La porcelaine également essayée m'a donné de moins bons résultats, comme durée et comme régularité. J'ai pu remplacer l'eau acidulée par une solution de potasse; l'interrupteur marche également bien et a l'avantage de pouvoir être construit en fer.

» Le mécanisme de l'interruption me semble être le suivant : par le passage du courant la pointe de platine rougit à blanc, il y a aussitôt caléfaction, il se forme une gaine de vapeur qui isole l'électrode du liquide et arrête le courant. La vapeur se condense au sein du liquide froid, le courant se rétablit et le phénomène recommence. La preuve en est que l'interrupteur ne fonctionne plus, aussitôt que l'eau acidulée arrive vers 90° C. et que la vapeur ne peut plus se condenser.

» Il se dégage également, autour de la pointe de platine, un mélange tonnant d'hydrogène et d'oxygène. Ce dégagement est dû à la dissociation de l'eau par le platine porté au blanc.

» Cela explique également pourquoi l'interruption du courant alternatif ne se fait que dans un sens : Quand la pointe de platine est positive, elle rougit plus vite que lorsqu'elle est négative. En admettant que, même dans ce dernier cas, il y ait interruption, comme cette interruption se fait beaucoup plus lentement, elle donne naissance à un courant induit de bien moindre tension, qui ne peut franchir la résistance opposée par l'air ou le tube de Crookes à la décharge.

» Quoi qu'il en soit, le nouveau dispositif, par sa simplicité, sa régularité, la suppression du condensateur et de tout interrupteur mécanique, rend l'emploi de la bobine de Ruhmkorff possible dans bien des cas. La construction de cette dernière devra évidemment subir des modifications, pour l'adapter à ce nouveau mode d'interruption. Ces modifications devront porter sur sa forme, ses dimensions, et surtout sur la nature de l'isolant : comme la bobine donne, avec ce dispositif, des courants analogues aux courants à haute fréquence, il y aura lieu de recourir, comme pour ces derniers, à un isolant liquide ou tout au moins pâteux. »

MINÉRALOGIE. — *Sur un nouveau minerai d'urane, la carnotite;* par MM. C. Friedel et E. Cumenge.

« L'un de nous a reçu d'Amérique plusieurs échantillons d'une substance naturelle uranifère désignée comme uraconise. Elle se présente en poudre ou en masses jaunes faiblement agglomérées et se désagrégeant facilement sous la pression des doigts. Elle a été trouvée dans le comté de Montrose, Colorado, par M. Charles Poulot, chimiste français, habitant actuellement Denver, dans le Colorado. Le minéral se trouve dans des cavités ou des sortes de mares qui existent à la surface d'un grès et y est accompagné de chessylite et de malachite. On en a extrait de ce gisement environ dix tonnes.

» Un premier examen montre que le minéral est formé pour une grande partie, dans certains échantillons au moins, de silice sous la forme de sable quartzeux. Ce sable est mélangé intimement avec une matière jaune pulvérulente qui est cristallisée, puisque l'examen en lumière polarisée aux plus forts grossissements du microscope permet de constater une action sur la lumière polarisée, mais sans qu'il ait été possible de distinguer aucune forme cristalline. La matière est assez fine pour tacher fortement les doigts. La silice s'en sépare facilement, car la matière jaune est soluble

dans l'acide azotique et dans l'acide chlorhydrique étendus, en donnant avec le premier une solution jaune et avec le second une solution d'un beau vert. La silice, séparée par filtration et lavage, est blanche après calcination.

» Le minéral renferme une certaine proportion d'eau; mais on ne peut pas le calciner jusqu'au rouge vif pour déterminer celle-ci, car il devient très difficile à attaquer par les acides après calcination et la silice reste colorée en brun, couleur que la substance a prise lorsqu'on l'a portée au rouge.

» On a reconnu que la matière dissoute dans l'acide azotique renferme, à côté d'une notable proportion d'urane, de l'acide vanadique, de la potasse et une proportion faible et variable de fer et d'alumine. Des essais faits sur une quantité de matière montant jusqu'à 450^{gr} ont permis en outre de reconnaître la présence de traces de cuivre, de plomb, de baryum et, comme il sera indiqué plus loin, des métaux radiants de M. et Mme P. Curie, qui, on le sait, accompagnent souvent les minerais d'urane.

» La manière la plus commode de faire l'analyse du nouveau minéral consiste à le dissoudre dans l'acide azotique étendu pour séparer le sable siliceux, puis d'évaporer au bain-marie la solution azotique, avec addition au besoin d'une certaine quantité d'acide azotique. Dans ces conditions, le vanadium se sépare sous la forme d'un précipité rouge extrêmement peu soluble dans l'eau, surtout lorsque celle-ci renferme de l'azotate d'ammoniaque. Pour plus de sûreté, il est bon d'évaporer une deuxième et même une troisième fois le liquide filtré, qui renferme l'azotate d'uranium, indécomposable aux températures atteintes, et l'azotate de potassium. Le fer et l'alumine sont entraînés par le vanadium et peuvent en être séparés en reprenant le précipité par l'ammoniaque sur le filtre, ce qui se fait facilement à l'aide d'un entonnoir muni d'un robinet ou simplement d'un bout de tube de caoutchouc fermé par une pince. Le fer et l'alumine restent sur le filtre. L'acide vanadique s'obtient par évaporation de la liqueur ammoniacale et calcination.

» Quant à l'urane, on le précipite dans la solution aqueuse par l'ammoniaque à l'ébullition. La potasse est obtenue par évaporation de la liqueur filtrée et calcination en présence d'un excès d'acide sulfurique.

» On peut aussi, après évaporation à sec de la liqueur uranique, reprendre par l'alcool à 95°, qui dissout facilement l'azotate d'urane et laisse l'azotate de potassium; mais les nombres ainsi trouvés sont moins bons que

par le premier procédé. On a trouvé ainsi des résultats qui conduisent à la formule $2U^2O^3.V^2O^5.K^2O.3H^2O$.

U^2O^3	63,54		U^2O^3	64,70	62,46
V^2O^5	20,12		V^2O^5	20,31	19,95
K^2O	10,37		K^2O	10,97	11,15
H^2O	5,95		Fe^2O^3	0,96	0,65
	99,98		H^2O	5,19	»

» Les proportions de silice trouvées sont très variables, elles vont de 60 pour 100, ce qui est la quantité la plus ordinaire, à 7,2 et même à 2,6 dans des échantillons extrêmement purs.

» Le fer est aussi assez variable et l'on distingue facilement dans la masse jaune des veinules évidemment plus ferrugineuses qui enrichissent certaines parties.

» Il règne un peu d'incertitude sur la proportion d'eau. Le minéral a été analysé simplement, séché à l'air et pouvait contenir un peu d'eau hygrométrique.

» Quant aux métaux radiants, M. et Mme P. Curie ont bien voulu examiner, par leurs procédés, la matière telle quelle et diverses propriétés qui leur ont donné les résultats suivants :

Activité radiante du minéral (renfermant 54 pour 100 de silice)	1,25
» du minéral pur	2,6
» des sulfates insolubles (Ba et radium)	35
» des sulfures bruts	11
» des sulfures de Bi et de polonium	50 à 60

» Pour ces derniers la quantité était si faible que l'on n'a pas pu avoir un résultat bien net.

» Nous remercions M. et Mme Curie de l'obligeance qu'ils ont mise à déterminer ces nombres.

» La substance que nous venons de décrire constitue une espèce minérale nouvelle. Nous proposons de la dédier à M. Adolphe Carnot, Membre de l'Institut, Inspecteur général des mines, dont on connaît les travaux en Analyse minérale et qui a, dans ses *Méthodes nouvelles d'analyse* (p. 55), indiqué pour le dosage du vanadium la précipitation à l'aide de l'urane donnant un composé qui semble être en relation avec la nouvelle espèce, la *carnotite*. »

TOPOGRAPHIE. — *Sur de nouvelles et importantes applications faites au Canada de la méthode du lever des plans à l'aide de la Photographie.* Note de **M. A. Laussedat.**

« Il y a longtemps que l'Académie s'intéresse aux tentatives faites pour utiliser la Photographie à la construction des Cartes et Plans topographiques. L'idée même de cette application remonte à la publication de la découverte de Daguerre, car elle se trouvait indiquée dans les rapports d'Arago et de Gay-Lussac; mais sa réalisation présentait alors de nombreuses et sérieuses difficultés que les progrès de l'Optique et de la Photochimie ont permis de surmonter complètement les unes après les autres.

» Aujourd'hui la méthode proposée en France depuis un demi-siècle et accueillie favorablement dans cette enceinte dès 1859 s'est répandue, comme la Photographie elle-même, dans le monde entier, si bien que la bibliographie de cette branche de l'art de lever les plans comprend déjà, à l'heure actuelle, des centaines de brochures et mêmes d'ouvrages d'un intérêt souvent considérable, écrits dans presque toutes les langues. On fait, en effet, de la Métrophotographie depuis le Spitzberg jusque dans la Nouvelle-Zélande, dans une grande partie de l'Europe, dans les explorations de l'Afrique et de l'Extrême-Orient, dans les deux Amériques, en Australie.

» En Europe, on doit signaler en particulier, parmi les plus anciens et les meilleurs, les travaux cartographiques effectués en Italie et en Autriche-Hongrie; en Allemagne, indépendamment des essais plus ou moins heureux de plusieurs explorateurs et des reconnaissances tentées pendant la guerre devant Strasbourg et devant Paris, il y a lieu de citer à part la création d'un *Institut photogrammétrique* dont le siège est à Berlin et qui est consacré spécialement à la restitution des plans et des élévations géométrales des monuments de la Prusse et des pays annexés, d'après leurs photographies prises dans des conditions convenables.

» J'ai exposé, dans la salle des Pas-Perdus, une restitution de ce genre exécutée en douze heures, c'est-à-dire presque en aussi peu de temps qu'il en faudrait pour copier les trois dessins dont elle se compose (1).

(1) Il a suffi pour cela d'une seule photographie de l'église de Santa Maria delle Grazzie de Milan, prise dans le commerce, pour ainsi dire au hasard. On conçoit, par ce simple exemple, les services que la Photographie peut rendre aux architectes et

» Mais le pays où la Métrophotographie a été cultivée jusqu'à présent avec le plus de suite et le plus de succès est le Canada. J'ai déjà eu l'occasion de montrer ici même plusieurs spécimens de belles Cartes à l'échelle de $\frac{1}{20000}$ de la région des montagnes Rocheuses traversée par le chemin de fer du Pacifique et un peu plus tard la Carte d'ensemble de la partie de l'Alaska dont la délimitation avec la Colombie britannique présente tant de difficultés.

» Je ne reviendrai pas sur les conditions exceptionnellement pénibles dans lesquelles ont été faites des opérations qui n'ont pu réussir que grâce à l'emploi de la Photographie, toute autre méthode étant absolument impraticable dans des régions où l'atmosphère est presque sans cesse obscurcie et où la température est souvent intolérable.

» J'ai l'honneur de mettre aujourd'hui sous les yeux de l'Académie deux nouveaux spécimens de Cartes à l'échelle de $\frac{1}{80000}$ que je dois à l'obligeance inépuisable de M. l'arpenteur général E. Deville. L'une d'elles représente un district du pied des montagnes Rocheuses à la latitude moyenne de 50°, où la Puissance du Canada fait étudier les moyens de fertiliser les parties incultes et de régulariser partout l'écoulement des eaux que des pluies torrentielles rendent souvent dévastatrices, en créant des réservoirs d'où elles seront dirigées par des canaux d'irrigation sur une surface de 350 000^{ha} environ.

» Pour faire cette étude dans une contrée où il faut encore tenir compte de troubles atmosphériques fréquents parmi lesquels les fumées des feux de forêts et de prairies (occasionnés par l'incurie des habitants) jouent le plus grand rôle, on a procédé comme dans les montagnes Rocheuses elles-mêmes en faisant des triangulations dont les sommets sont à la fois des repères pour la planimétrie et pour le nivellement, puis en prenant de nombreuses photographies de ces sommets comme stations et d'autres points rattachés à ces sommets, choisis de manière à bien découvrir les fonds de vallées.

» Là où les réservoirs doivent être créés, on a multiplié encore le nombre des photographies pour exécuter les détails à une plus grande échelle, et complété l'étude du terrain en faisant des nivellements au niveau à bulle d'air et en mesurant à l'aide de mires convenables et du micromètre Lugeol des coordonnées plus ou moins nombreuses.

---

combien il serait utile de populariser ce procédé d'ailleurs bien connu de tous ceux qui se sont occupés de perspective.

» Les rapports de l'inspecteur du cadastre M. Dennis et ceux de l'arpenteur chef de brigade M. Wheeler, que M. E. Deville a bien voulu m'envoyer, sont accompagnés d'un Atlas dont je n'ai cru devoir communiquer à l'Académie que la feuille de la triangulation et la Carte d'ensemble sur laquelle le relief du terrain a été figuré d'après plusieurs centaines de photographies par des sections horizontales approximatives espacées verticalement de 200 pieds en 200 pieds environ.

» Le second spécimen, que j'ai choisi dans un autre Atlas, se rapporte à la région beaucoup plus boréale du pays de l'or; on y voit une première Carte sur laquelle se trouvent amorcées les trois routes qui, du nord du canal de Lynn, sur la côte de l'Alaska dans le Pacifique, se dirigent vers le Klondike par Dalton, la passe de Chilkoot, en partant de Dyea et la White Pass, en partant de Skagway.

» C'est M. Mc Arthur, l'un des plus habiles collaborateurs de M. E. Deville, qui a construit la plus grande partie de cette Carte au moyen des photographies qu'il a prises lui-même et parmi lesquelles celle que j'expose ici, et qui montre le chemin suivi par la file des futurs chercheurs d'or pour atteindre le col de Chilkoot.

» Tout en haut de la même feuille il y a une autre Carte, également à l'échelle de $\frac{1}{80000}$, qui est celle du pays de l'or proprement dit, par 64° de latitude nord sur le Yukon et son affluent le Klondike avec les deux vallons ou creeks de la Bonanza et de l'Eldorado.

» Cette Carte, qui comprend une superficie de 25000^{ha}, la ville nouvelle de Dawson et tous les placers, a été dessinée à Ottawa par l'arpenteur général, M. E. Deville, à l'aide des seize photographies formant les trois panoramas que je mets également sous les yeux de l'Académie. Ces photographies ont été prises, dans de très mauvaises conditions, par M. Ogilvie, l'arpenteur chargé du tracé des concessions, de trois points culminants aux altitudes de 875^m, 1128^m et 1052^m, déterminées par des observations au baromètre anéroïde.

» En me faisant l'amitié de m'adresser ces précieux documents, M. Deville a soin de me prévenir que cette dernière restitution d'un pays qu'il n'a jamais vu, d'après des épreuves médiocres, ne doit être considérée que comme une ébauche; mais cette ébauche n'est pas moins faite de main de maître, et, dans tous les cas, il était très intéressant de constater avec quelle rapidité et quelle économie on parvient à acquérir des notions déjà suffisamment précises sur des contrées jusqu'alors inexplorées, en interprétant géométriquement de simples vues photographiques, alors que, pour en

obtenir d'analogues par les procédés ordinaires, il faudrait y consacrer un temps considérable et beaucoup d'argent. M. Ogilvie dit lui-même que ses aides le quittent souvent, soit pour aller chercher de l'or, soit pour travailler pour d'autres, la journée d'un manœuvre étant là-bas de 10 à 15 dollars pour le moins.

» Comme ces questions, devenues familières au Canada et en train de le devenir dans plusieurs pays de l'Europe, sont encore assez peu répandues en France, en dépit d'une très ancienne publicité, j'ai pensé qu'il serait à propos d'en rétablir la genèse en mettant sous les yeux des membres de l'Académie une série d'opérations avec leurs dates.

» La première est une reconnaissance du mont Valérien, exécutée à la chambre claire, et remonte à 1850; la seconde est un lever du village de Buc, près Versailles, à l'échelle de $\frac{1}{2000}$, construit à l'aide de huit photographies sur collodion humide, et date de 1861; la troisième, enfin, est une Carte topographique de Sainte-Marie-aux-Mines, levée en 1867 par M. le capitaine Javary, au moyen d'un assez grand nombre de photographies prises des sommets d'une triangulation qui figure sur cette Carte.

» On pourra juger ainsi, et nos amis canadiens sont les premiers à le reconnaître, que nos efforts ont précédé d'assez loin tous ceux qui ont été faits dans les autres pays. »

PHYSIQUE. — *Essai sur une forme nouvelle de la fonction $f(pvt) = 0$, relative aux fluides;* par M. **E.-H. Amagat.**

« I. Dans deux Communications insérées aux *Comptes rendus*, le 12 février et le 12 mars 1894, j'ai montré que si dans la relation

$$(1) \qquad (p + \mathfrak{P})(v - a) = RT$$

on adopte, comme expression de la pression intérieure $\mathfrak{P}$, la fonction $T\frac{dp}{dt} - p$ que je désignerai par π, on arrive à représenter avec une exactitude remarquable l'ensemble des données relatives à l'hydrogène jusque vers 3000 atmosphères entre 0° et 200°. Le covolume a devient alors une fonction du volume à laquelle j'ai donné la forme $[\alpha - B(v - \alpha)^n]$. Mais, la région connue du réseau de l'hydrogène, très éloignée du point critique et par suite peu compliquée, est relativement facile à représenter; des essais analogues tentés avec le réseau de l'acide carbonique ne m'ont pas conduit à d'aussi bons résultats.

» Il est bien évident que la forme et le sens du terme $\mathfrak{P}$ dépendent de la forme adoptée pour la fonction (1); rien ne prouve avec certitude que la fonction π, expression rationnelle de la pression intérieure puisque $\pi\,dv$ représente le travail intérieur, soit celle qui convienne le mieux à la forme de la fonction $f(pvt) = 0$ adoptée ci-dessus; on peut aussi concevoir des formes différentes dans lesquelles entreraient, non la fonction π, mais une autre fonction ayant avec celle-ci des rapports dépendant de la forme adoptée.

» Si, par exemple, dans la relation (1) nous substituons à $\mathfrak{P}$, non la fonction π, mais la suivante que je désignerai par π' et à laquelle on a aussi donné le nom de *pression intérieure :*

$$\pi' = \frac{W}{3v} = \frac{\Sigma r\varphi(r)}{3v}$$

(W étant le viriel des forces intérieures), il est facile de montrer que le covolume disparaît de la parenthèse $(v - a)$ et qu'on obtient la relation

$$\left(p + \frac{\Sigma r\varphi(r)}{3v}\right)v = RT, \tag{2}$$

ce qu'on aurait pu du reste écrire immédiatement, en partant de la relation connue (voir Sarrau, *Introduction à la théorie des explosifs*, p. 78, et ma Note du 4 mars 1895),

$$KT = \frac{3}{2}\left[p + \frac{\Sigma r\varphi(r)}{3v}\right]v,$$

laquelle aurait pu être mise de suite sous la forme (2), puisque R et K sont des constantes.

» Il était naturel de chercher si cette fonction ne se prêterait pas assez facilement à la représentation des résultats expérimentaux, puisque tout l'effort devait porter sur la détermination de la seule fonction π'; c'est ce que j'ai fait en suivant la marche que je vais rapidement exposer.

» II. Je rappellerai que la fonction π', de même que π, pour une température donnée, croît d'abord avec la pression, passe par un maximum, diminue, s'annule et prend des valeurs négatives rapidement croissantes (voir ma Note du 4 mars 1895).

» D'autre part, le Tableau des valeurs de π' montre que, pour un volume constant donné, cette fonction diminue quand la température augmente et qu'on a sensiblement $\frac{d\pi'}{dt} = -c$, c dépendant du volume seul. Pour satisfaire à l'ensemble de ces conditions, on est conduit à essayer de

représenter π' par une fonction de la forme $\frac{v - \varphi(v)T}{\psi(v)}$, soit, pour abréger, $\frac{v - XT}{\psi(v)}$, dans laquelle $\psi(v)$ sera d'un degré en v supérieur à celui du numérateur, et T la température absolue.

» Par suite, si π'_1 et π'_2 sont les valeurs de π', relatives aux températures T_1 et T_2, sous le volume constant v, on calculera X par la relation

$$\frac{v - XT_1}{v - XT_2} = \frac{\pi'_1}{\pi'_2}.$$

Ayant obtenu ainsi les valeurs de X pour un grand nombre de volumes, on aura les éléments nécessaires pour déterminer la forme de $\varphi(v)$.

» Un graphique, obtenu en portant v en abscisses et $\varphi(v)$ ou X en ordonnées, montre que la courbe $X = \varphi(v)$ correspond à une branche d'hyperbole ayant une asymptote normale à l'axe des v et dont l'équation est

$$X = a + m(v - b) + \frac{c}{v - b}.$$

» Le coefficient angulaire de l'asymptote oblique qui est nettement indiqué par le graphique donne m, l'abscisse de l'asymptote normale à l'axe des v donne b, on calculera l'ordonnée du centre a au moyen des données expérimentales relatives à un volume convenablement choisi.

» La détermination de $\psi(v)$ a présenté plus de difficultés; tout naturellement j'ai d'abord essayé la forme v^m : si π'_1 et π'_2 sont les valeurs de π' pour deux volumes v_1 et v_2 à la même température, on pourra écrire

$$\frac{\pi'_1}{\pi'_2} = \frac{v_1 - X_1 T}{v_2 - X_2 T} \times \frac{v_2^m}{v_1^m};$$

de là on tirera m en fonction de quantités connues; or, un calcul analogue effectué en groupant deux par deux un grand nombre de volumes, donne pour m des valeurs peu différentes, toutes un peu inférieures à 3 et dont la moyenne est 2,85; malgré le peu de divergence des valeurs de m, il m'a été impossible de satisfaire à l'ensemble du réseau avec le seul terme v^m; j'ai alors calculé pour chaque volume la valeur d'une fonction complémentaire $f(v)$ telle que $kv^{2,85} + f(v)$ satisfasse aux données expérimentales; j'ai suivi dans cette détermination une marche analogue à celle indiquée plus haut pour la détermination de $\varphi(v)$ et j'ai été ainsi conduit, assez péniblement du reste, à l'équation d'une branche d'hyperbole :

$$f(v) = -\alpha + n\sqrt{(v - \beta)^2 + d^2}.$$

ACIDE CARBONIQUE (*Pressions en atmosphères*).

Volumes.	0°.	10°.	20°.	30°.	40°.	50°.	60°.	70°.	80°.	90°.	100°.	137°.	198°.	258°.
1,00000.....	atm 0,996 1,000	1,033 1,037	1,070 1,073	1,108 1,111	1,145 1,148	1,182 1,185	1,219 1,221	1,256 1,258	1,294 1,295	1,330 1,332	1,368 1,369	1,506 1,506	1,734 1,733	1,957 1,954
0,02385.....	30,8 31,0	32,7 33,0	34,7 35,0	36,6 37,0	38,6 39,0	40,5 40,9	42,4 42,8	44,4 44,7	46,3 46,6	48,3 48,5	50,2 50,5	57,4 57,0	69,3 68,0	80,6 78,5
0,01636.....	"	41,9 41,8	45,0 45,1	48,0 48,0	51,1 51,1	54,1 54,5	57,2 57,6	60,2 60,6	63,2 63,5	66,3 66,5	69,3 69,5	80,6 80,0	99,1 97,0	117,4 112,0
0,01300.....	"	"	51,3 51,4	55,4 55,5	59,4 59,7	63,5 63,8	67,5 67,8	71,5 71,8	75,6 75,7	79,6 79,6	83,6 83,6	98,9 97,5	122,4 120,0	147,5 140,0
0,01000.....	"	"	"	63,2 62,8	68,8 68,6	74,5 74,5	80,1 80,2	85,7 85,8	91,3 91,3	96,9 96,7	102,5 102,3	123,2 121,5	157,4 153,5	191,1 181,0
0,00768.....	"	"	"	"	77,2 76,6	85,2 84,8	93,1 92,8	100,5 100,6	108,4 108,2	116,3 116,0	124,7 123,8	153,9 151,0	202,0 195,0	249,6 234,5
0,00578.....	"	"	"	"	83,4 83,1	94,9 94,7	106,4 106,2	118,0 117,5	129,5 128,8	141,1 140,2	152,6 151,3	195,5 191,0	265,5 257,0	334,3 316,0
0,00428.....	"	"	"	"	87,0 87,8	104,6 104,8	122,2 121,9	139,9 138,9	157,5 156,3	175,1 173,5	192,8 191,1	258,1 252,5	365,7 356,0	471,5 449,5
0,00316.....	"	"	"	"	98,6 98,0	127,3 125,3	156,1 153,8	184,8 183,2	213,5 211,5	242,3 240,5	271,0 271,0	377,5 376,0	552,5 554,5	"
0,00250.....	"	"	65,2 64,4	111,4 109,0	157,6 155,0	203,9 201,0	250,1 250,5	296,3 298,0	342,6 346,0	388,8 394,5	434,9 443,5	605,8 619,0	887,8 909,0	"
0,00200.....	125,3 125,5	211,8 209,0	298,3 300,0	384,7 384,0	471,2 470,0	557,7 560,0	644,1 651,0	730,6 745,0	817,1 832,0	903,5 918,0	990,0 998,0	"	"	"
0,00187.....	304,0 307,9	411,4 404,0	518,7 520,0	626,1 627,5	733,4 750,0	840,8 856,5	"	"	"	"	"	"	"	"
0,00178.....	518,8 510,0	643,4 638,0	768,1 776,0	892,8 900,0	1017 1000	"	"	"	"	"	"	"	"	"
0,001716....	732,0 730,0	870,0 865,0	1008 1000	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"

n a été assez facilement déterminé par la direction de l'une des asymptotes, mais l'ordonnée du centre $-\beta$ et l'axe non transverse a' ont exigé des tâtonnements de calcul assez pénibles et sur lesquels il serait trop long d'insister. En résumé j'arrive à la formule suivante :

$$\left\{ p + \frac{v - \left[a + m(v-b) + \frac{c}{v-b} \right] T}{k v^{2,85} - \alpha + n\sqrt{(v-\beta)^2 + d^2}} \right\} v = RT.$$

» Les valeurs des constantes sont les suivantes :

$a = 0,0000014566$, $R = 0,00368$, $\alpha = 0,000000198$,
$b = 0,000947$, $k = 44,6$, $\beta = 0,0018425$,
$c = 0,0000000028832$, $d = 0,0002679$,
$m = 0,0018$, $n = 0,0006$.

» Il est facile de voir que le covolume, qui tout d'abord avait paru éliminé de la formule, reparaît dans la fonction $\varphi(v)$: le terme $\frac{c}{v-b}$ tend vers ∞ et par suite π' vers $-\infty$ quand v tend vers b; pour des valeurs de v inférieures à b, π' prend des valeurs positives d'abord infiniment grandes et totalement dépourvues de sens, b joue donc ici le rôle du covolume.

» III. Le Tableau qui précède est relatif à la masse d'acide carbonique qui occupe un volume égal à l'unité à zéro sous la pression normale; il donne aux diverses températures les pressions nécessaires pour maintenir la masse de gaz en question sous les volumes inscrits à la première colonne verticale; on a inscrit l'une au-dessous de l'autre les pressions expérimentales fournies par mon réseau et celles calculées par la formule, ces dernières étant au-dessus et en caractères différents.

» On voit que la concordance de l'ensemble est très satisfaisante, surtout si l'on tient compte de la difficulté de la question dans des limites de température et surtout de pression aussi étendues; les divergences les plus fortes sont relatives à la plus haute température; il faut se rappeler que c'est avec beaucoup de peine que j'ai pu obtenir le tronçon d'isotherme à 258° qui s'arrête vers 450 atmosphères. La coïncidence se maintient satisfaisante jusqu'au vide du Tableau qui correspond à la liquéfaction; je reviendrai, du reste, dans une prochaine Note, sur l'application de la formule au calcul des tensions maxima. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie, en remplacement de M. *Lovén*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 45,

M. Ray Lankester obtient	36 suffrages,
M. Van Beneden	8 »

Il y a un bulletin blanc.

M. **Ray Lankester**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie, en remplacement de M. *Steenstrup*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 42,

M. Lortet obtient	39 suffrages,
M. Sauvage	3 »

M. **Lortet**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions chargées de juger les concours de 1899.

Le dépouillement des scrutins donne les résultats suivants :

Prix Saintour. — MM. Joseph Bertrand, Berthelot, Mascart, Maurice Lévy, Jordan.

Prix Gaston Planté. — MM. Lippmann, Mascart, Cornu, Violle, Becquerel.

Prix Jean-Jacques Berger. — MM. Brouardel, Joseph Bertrand, Maurice Lévy, Berthelot, Marey.

CORRESPONDANCE.

M. DE LAPPARENT fait hommage à l'Académie de la 3e édition de son « Cours de Minéralogie ».

M. HATT fait hommage à l'Académie d'un Volume publié par le Service hydrographique de la Marine, sous le titre : « Instructions nautiques sur les côtes de la Corse, par MM. *Ph. Hatt* et *F. Bouillet* ».

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations linéaires aux dérivées partielles.* Note de M. E. VESSIOT, présentée par M. Picard.

« 1. La lecture de la très intéressante thèse de M. Drach (1) m'a conduit à étudier, en dehors de toute question de rationalité, le problème suivant :

» *On suppose que deux intégrales indépendantes, u et v, de l'équation*

$$(1)\qquad Lf = \frac{\partial f}{\partial t} + \lambda(t, x, y)\frac{\partial f}{\partial x} + \mu(t, x, y)\frac{\partial f}{\partial y} = 0,$$

satisfont à un système CONNU *d'équations aux dérivées partielles*

$$(2)\quad \Phi_\rho\left(t, x, y, u, v, \ldots, \frac{\partial^{i+k} u}{\partial x^i \partial y^k}, \ldots, \frac{\partial^{j+h} v}{\partial x^j \partial y^h}, \ldots\right) = 0 \quad (\rho = 1, 2, \ldots, p).$$

Quel parti en peut-on tirer pour l'intégration de (1)?

» Ce système (2), qu'on peut supposer complètement intégrable (t étant constant), a pour propriété essentielle de rester invariant pour la transformation infinitésimale Lf, prolongée en considérant u et v comme des variables non transformées, fonctions de x et y. Et ces propriétés se conservent par toute transformation du groupe infini général

$$(3)\qquad \bar{u} = f(u, v), \qquad \bar{v} = g(u, v).$$

» On en conclut d'abord qu'*on peut supposer que chacune des fonctions* Φ_ρ *est un invariant de* Lf.

» De ces invariants on cherche alors à en déduire de nouveaux, soit

(1) J. DRACH, *Essai sur une théorie générale de l'intégration.* Paris, 1898.

par la transformation (3), où f et g sont indéterminées; soit par les opérations différentielles représentées par $\left(\frac{df}{du}\right)$ et $\left(\frac{df}{dv}\right)$, mais sans dépasser l'ordre maximum des Φ_ρ. Si, en les combinant, on en obtient un d'ordre zéro, ce sera une intégrale de (1), et l'on sera ramené au problème analogue pour une variable indépendante de moins, qu'on traiterait de même. Écartant ce cas, on a, en définitive, un système d'invariants de Lf

$$(4)\qquad J_\sigma\left(t, x, y, \ldots, \frac{\partial^{i+k} u}{\partial x^i \partial y^k}, \ldots, \frac{\partial^{j+h} v}{\partial x^j \partial y^h}, \ldots\right) \qquad (\sigma = 1, 2, \ldots, q),$$

indépendants de u et v, et tels que, par toute transformation (3), on ait des formules

$$\overline{J_\sigma} = \psi_\sigma(J_1, J_2, \ldots, J_q, u, v) \qquad (\sigma = 1, 2, \ldots, q).$$

» Considérant alors un système différentiel de la forme

$$(5)\qquad J_\sigma = \omega_\sigma(u, v) \qquad (\sigma = 1, 2, \ldots, q),$$

on démontre les résultats suivants :

» (*a*). La recherche des conditions d'intégrabilité de ce système, si elle ne fournit pas des intégrales de (1), dont on ferait l'usage indiqué plus haut, conduit uniquement à un système complètement intégrable (Σ), liant les fonctions ω_σ à leurs dérivées.

» (*b*). A toute solution de (Σ) correspond un système (5) complètement intégrable, et dont la solution générale se déduit d'une solution particulière quelconque par la transformation générale d'un sous-groupe (G) du groupe infini (3), cette solution générale et cette transformation générale ayant le même degré de généralité. On obtient ainsi tous les groupes (G) d'un même type (T); et réciproquement la connaissance des équations de définition d'un groupe (G) de ce type entraîne la connaissance de la solution correspondante de (Σ).

» (*c*). Les J_σ sont des invariants d'un sous-groupe (Γ) du groupe général des transformations

$$(6)\qquad \bar{t} = t, \qquad \bar{x} = X(x, y, t), \qquad \bar{y} = Y(x, y, t),$$

qui laissent invariante l'équation (1). Ce groupe (Γ), si l'on y considère t comme une constante arbitraire, est du type (T). On peut donc considérer comme connus tous les systèmes (5), complètement intégrables.

» *d*. Chacun de ces systèmes (5) peut se mettre sous la forme

$$W_s\left(u, v, \ldots, \frac{\partial^{i+k} u}{\partial x^i \partial y^k}, \frac{\partial^{j+h} v}{\partial x^j \partial y^h}, \ldots\right) = \theta_s(t, x, y) \qquad (s = 1, 2, \ldots, q),$$

où les W_s constituent un système d'invariants du groupe (G) correspondant, ce qui est la forme introduite par M. Drach. On peut, de plus, montrer que le système différentiel (Δ), auquel satisfont les θ_s, ne dépend que du type (T).

» 2. L'étude précédente se généralise pour un nombre quelconque de variables indépendantes. Dans le cas particulier où les équations (1) et (2) sont rationnelles, elle confirme, dans une certaine mesure, un fait fondamental dans la théorie de M. Drach. En effet, notre méthode conduit alors à la connaissance d'une solution *algébrique* du système (Δ). On peut montrer, dans le cas de deux variables indépendantes, qu'il en résulte la connaissance d'une solution *rationnelle* de (Δ), et cela paraît devoir être vrai dans tous les cas.

» A un tout autre point de vue, on peut conclure de ce qui précède : *Ou bien l'on déduit du système* (2) *l'expression de une ou plusieurs intégrales de* (1) (*sans intégration*); *ou bien ce système admet un sous-groupe* (Γ) *du groupe des transformations* (6), *qui laissent invariante la proposée.*

» D'où l'importance du problème suivant, sur lequel nous reviendrons : *Intégrer l'équation* (1), *connaissant les équations de définition d'un sous-groupe du groupe des transformations* (6), *qui laissent cette équation invariante.*

» Signalons enfin ce fait curieux : *Si l'équation* (1) *est spéciale* (au sens de M. Drach), *les équations de définition d'un sous-groupe du groupe des transformations* (6) *qui la laissent invariante se trouvent être rationnelles, et réciproquement* (1). »

PHYSIQUE. — *Sur la transformation des rayons X par les différents corps* (2). Note de M. G. **Sagnac**, présentée par M. Lippmann.

« Je me propose de montrer sous quelles influences varient les résultats relatifs à la transformation des rayons X, et comment j'ai pu cependant

(1) Pour une équation différentielle ordinaire du second ordre, cela équivaut à dire que *les équations de définition d'un sous-groupe du groupe général des transformations de contact qui la laissent invariante sont rationnelles.*

(2) Travail fait au laboratoire de M. Bouty, à la Sorbonne.

dégager, de la comparaison des différents corps, des conclusions précises.

» I. *L'influence de la nature du récepteur* des rayons secondaires a été indiquée dans ma Note des *Comptes rendus* du 21 mars 1898. J'insiste sur le fait qu'un récepteur électrique (électroscope ou condensateur) permet de distinguer encore entre les rayons secondaires *peu transformés* d'un corps tel que l'aluminium et les rayons X générateurs, alors que ce caractère de transformation passe inaperçu si l'on reçoit les mêmes rayons secondaires sur une couche sensible photographique, ou sur un écran enduit de platinocyanure de baryum.

» II. *L'absorption des rayons secondaires* dans l'air ou les différents milieux que ces rayons traversent, depuis le corps qui les émet jusqu'à la partie sensible du récepteur qui les enregistre, affaiblit ces rayons d'autant plus que le corps rayonnant transforme plus profondément les rayons X ; elle change même la nature du faisceau secondaire en affaiblissant plus particulièrement les rayons les plus absorbables de ce faisceau hétérogène (*Comptes rendus* du 30 janvier 1899).

» Il en résulte, en particulier, que les temps nécessaires pour produire une même décharge d'un même électroscope, au moyen des rayons secondaires de corps différents, sont entre eux dans des *rapports très variables* avec l'épaisseur de la paroi de l'électroscope et de l'air qu'ils doivent traverser avant de produire leur action de décharge. *L'ordre d'activité des rayons secondaires des différents corps varie lui-même avec ces épaisseurs :*

» Par exemple, les rayons secondaires étant émis à travers 18^{cm} d'air et une paroi d'aluminium de $0^{mm},11$, les temps de décharge du fer et du cuivre étaient dans le rapport $\frac{t_{Fe}}{t_{Cu}} = 4,2$. Avec la même épaisseur d'air, mais avec une paroi d'électroscope formée d'une très mince feuille d'aluminium battu, le même rapport s'abaissait à 1,40. Si, de plus, l'épaisseur d'air était réduite à 7^{cm}, on avait $\frac{t_{Fe}}{t_{Cu}} = \frac{1}{1,26}$. Tandis que, dans le premier cas, l'ordre des actions électriques décroissantes était Zn, Cu, Al, Fe, dans le dernier cas il devenait Fe, Zn, Cu, Al, et il se maintenait désormais *invariable* quand on diminuait encore l'épaisseur d'air traversée par les rayons secondaires ou quand on remplaçait la mince paroi d'aluminium battu par une toile métallique.

» *L'ordre limite* ainsi défini est aussi celui qu'on trouve en comparant les vitesses de décharge d'un condensateur dont une armature frappée par les rayons X est successivement formée de divers métaux ; l'action électrique des rayons secondaires est alors produite surtout par les plus absorbables de ces rayons. *C'est cet ordre limite qui possède une signification précise.*

» III. *L'influence de la nature des rayons X* incidents s'exerce : 1° suivant le *degré de vide et le mode de fonctionnement du tube* producteur des rayons X (*Comptes rendus* du 26 juillet 1897, n° 8).

» 2° D'après *l'absorption éprouvée par les rayons X* à travers la paroi de verre du tube et la fenêtre d'aluminium de la caisse métallique qui renferme le tube.

» Ainsi, les rayons secondaires ayant à traverser 18^{cm} d'air et $0^{mm},11$ d'aluminium (paroi de l'électroscope), si les rayons X sortaient de la caisse renfermant le tube à travers une feuille d'aluminium battu très mince, on observait des temps de décharge proportionnels à :

Zn.	Cu.	Paraffine (épaisseur : 10^{mm}).	Pb.	Al (épaisseur : 2^{mm}).	Fe.
(1)	1,02	1,4	1,7	4,0	4,3

» Si l'on plaçait une lame d'aluminium de $0^{mm},12$ sur la fenêtre de sortie des rayons X, ces rapports devenaient :

Zn.	Paraffine.	Cu.	Pb.	Al.	Fe.
(1)	1,1	1,2	1,5	3,0	3,4

» Les séries précédentes diffèrent beaucoup de l'*ordre limite* dans lequel le plomb puis le fer viennent en tête et la paraffine, à la fin. Ces *résultats anomaux* sont voisins de ceux qu'a indiqués M. Hurmuzescu (*Comptes rendus* du 13 février) d'après des expériences faites avec un électroscope où les rayons secondaires pénétraient *à travers une lame d'aluminium de* $0^{mm},1$ *d'épaisseur*. Les résultats de M. Hurmuzescu relatifs aux temps de décharge des différents corps ne paraissent donc pas avoir de signification simple et ne sauraient, en particulier, contredire les remarques que j'ai faites au sujet de l'*absorption élective* des rayons X, d'après des expériences de comparaison rigoureuses ([1]).

» IV. Pour *caractériser avec précision le degré de transformation des rayons secondaires* qui entrent dans un électroscope, j'emploie la *méthode de filtrations successives* qui m'a permis de démontrer avec différents récepteurs la transformation des rayons X par la matière ([2]) : Je place une même lame L (d'aluminium, de mica, d'ébonite ou de paraffine) d'abord sur le trajet des rayons X incidents, puis sur le trajet des rayons secondaires (sous

---

([1]) *Sur la transformation des rayons X par les différents corps simples* (*Société française de Physique,* séance du 6 janvier 1899). Voir l'*Éclairage électrique* du 14 janvier 1899, p. 65.

([2]) *Comptes rendus* du 6 décembre 1897 et suiv.

la même incidence); l'action *des rayons secondaires* est plus faible dans le second cas et le temps t' nécessaire pour un même déplacement de la feuille d'or de l'électroscope, entre les mêmes positions, est plus grand que le temps t correspondant au premier cas. Cette particularité est caractéristique de la transformation des rayons X en rayons secondaires moins pénétrants que les rayons X générateurs; le coefficient positif $c = \frac{t'}{t} - 1$, obtenu avec une lame déterminée, mérite donc bien le nom de *coefficient de transformation* des rayons secondaires reçus par l'électroscope ([1]).

» L'hétérogénéité du faisceau secondaire émis par un corps donné et l'absorption élective par l'air, l'aluminium, etc... des différentes parties du faisceau se démontrent sous une nouvelle forme par les variations, parfois considérables, du coefficient c avec l'épaisseur d'air qui sépare le corps rayonnant de l'électroscope et l'épaisseur de la paroi de cet électroscope.

» J'opère, comme pour l'étude des temps de décharge des différents corps, avec un électroscope formé par une très mince feuille d'aluminium battu ou par une toile métallique et en diminuant de plus en plus l'épaisseur de l'air extérieur traversé par les rayons secondaires. Je trouve ainsi, pour les coefficients de transformation des rayons secondaires issus de différents corps, un *ordre limite* que je contrôle par la méthode du condensateur et qui caractérise les degrés de transformation des rayons secondaires les plus absorbables des divers corps.

» Ainsi se rangent dans l'ordre des degrés de transformation décroissants :

Sn —— Ni et Fe —— Zn —— Cu —— Al —— S.

» Comme on peut le voir par ces exemples, le pouvoir de transformation des éléments augmente le plus souvent avec la densité ou le poids atomique, sans qu'aucune de ces deux remarques soit générale. »

PHYSIQUE. — *Influence des températures très basses sur la phosphorescence.* Note de MM. **Auguste** et **Louis Lumière**, présentée par M. d'Arsonval.

« Lorsque nous avons publié, dans une précédente Communication ([2]), les résultats de nos expériences relatives aux actions de la lumière aux

([1]) *Société française de Physique* et l'*Éclairage électrique* (*loc. cit.*).
([2]) *Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 359.

températures très basses, nous n'avions pas eu connaissance d'un intéressant travail sur la même question, datant de 1895 et dû au professeur Dewar ([1]).

» Ce savant, qui avait constaté l'affaiblissement de la sensibilité des préparations photographiques et la suspension de la phosphorescence par le froid, n'ayant point déterminé les limites dans lesquelles ces phénomènes se produisent, nous avons cherché à les préciser et à analyser ces faits de façon à pouvoir en tirer quelques conclusions susceptibles d'apporter des éléments nouveaux à la connaissance de leur nature.

» Nous avons signalé, après Dewar, la propriété que possèdent les substances phosphorescentes, préalablement excitées par la lumière, de perdre instantanément leur faculté de luire lorsqu'on les plonge dans l'air liquide, de rester obscures aussi longtemps que leur température est maintenue à — 191° et de reprendre leur phosphorescence quand on les réchauffe.

» Afin de déterminer la température limite à partir de laquelle la phosphorescence est suspendue, des échantillons de sulfures de calcium et de zinc très phosphorescents ont été excités par l'arc électrique pendant deux minutes, puis ont été placés dans une enceinte dont la température a été rapidement et graduellement refroidie au moyen de l'air liquide. En prenant les températures successives, au moyen d'un thermo-galvanomètre relié à un couple thermo-électrique placé en contact avec des lames recouvertes de substances phosphorescentes, on a constaté que l'affaiblissement de la lumière émise par les sulfures commence à se produire entre — 20° et — 30°, pour disparaître complètement entre — 45° et — 55°.

» Pour les mêmes échantillons, lorsque l'excitation a lieu au moyen du magnésium, la phosphorescence est suspendue complètement entre — 70° et — 90°.

» Enfin, si ces substances sont excitées dans l'air liquide par la lumière du magnésium, conditions qui donnent à la phosphorescence le maximum d'intensité lors du réchauffement, cette phosphorescence commence à se manifester dès que la température s'élève. On perçoit déjà une faible lueur à — 180° et la luminosité devient de plus en plus grande au fur et à mesure que la température s'élève, conformément aux faits signalés par M. Becquerel.

([1]) *Weekly evening meeting*, January 1895; *Royal Institution of Great Britain*, et *Proc. chem. Soc.*, Vol. X, p. 171.

» Nous avons constaté que d'autres échantillons de sulfures de baryum, de strontium, de calcium et de zinc, moins phosphorescents que les précédents, s'éteignent plus facilement; pour quelques-uns même, la faculté de luire a été suspendue complètement entre — 10° et — 20°.

» Cette première série d'expériences nous a montré que la température minimum nécessaire pour amener à la suspension complète de la phosphorescence est d'autant plus basse que la phosphorescence initiale est plus intense, quelle que soit d'ailleurs la cause de cette intensité initiale, qu'elle provienne de la nature de la substance, de la nature, de l'intensité ou de la durée de l'excitation, ou bien encore du temps qui s'écoule entre l'excitation et l'observation.

» Dans tous les cas observés, l'extinction s'est produite entre — 10° et — 190°.

» Lorsque la lumière agit sur un corps phosphorescent à la température ordinaire, ce corps transforme déjà, dès le début de l'excitation, une partie de la vibration qui l'a excité; ces deux phénomènes, excitation et restitution, étaient liés jusqu'ici d'une façon intime.

» L'excitation, aux températures extrêmement basses, permet de les séparer, et nous avons pu tirer de ce fait remarquable deux conclusions intéressantes que l'expérience a pleinement confirmées.

» La phosphorescence que l'on peut observer lorsque l'illumination a lieu vers — 200° est plus intense, toutes choses égales d'ailleurs, que celle que l'on obtiendrait à la température ordinaire. Les substances impressionnées conservent, en effet, intégralement toute l'énergie qu'elles ont emmagasinée aussi longtemps qu'elles demeurent à basse température.

» De plus, on sait que la phosphorescence est maximum au moment de l'excitation et qu'elle décroît rapidement, surtout pendant les premiers instants qui suivent l'impression. Dans les conditions ordinaires d'opération, ces premiers instants de la restitution échappent à l'observateur, tandis que, si l'excitation a lieu vers —200°, on peut percevoir, mais seulement lors du réchauffement brusque, la phosphorescence avec une intensité qui ne peut être obtenue dans aucun autre cas.

» La suspension de la phosphorescence par le froid peut encore avoir cette conséquence de permettre l'étude des corps qui ne restent lumineux que pendant un temps très court après leur excitation et qui devaient être examinés au phosphoroscope pour montrer leur faculté de luire.

» Si l'on soumet à l'action des rayons lumineux et à — 191° des substances à phosphorescence très courte, telles que les sels d'uranium, les platino-

cyanures, le verre, le sucre, le papier, etc., on peut constater qu'au moment de leur réchauffement ces substances émettent des lueurs dont la durée et l'intensité dépendent de leur nature.

» Il nous a paru intéressant d'étudier également l'action aux températures très basses des différentes radiations sur les substances phosphorescentes, en projetant un spectre sur des feuilles de papier enduites de ces substances et plongées dans l'air liquide; nous avons constaté qu'après réchauffement les choses se passent identiquement de la même manière qu'à la température ordinaire.

» Lorsqu'on excite ces corps par la lumière blanche à -191° ou à $+15^{\circ}$ et que, après les avoir immergés dans l'air liquéfié, on les soumet à l'action du spectre, on peut observer, en les ramenant à la température ordinaire, que les rayons peu réfrangibles ont exercé leur action destructive bien connue et ont supprimé la phosphorescence aussi nettement à -191° que si l'on avait opéré à $+15^{\circ}$.

» Nous avons encore remarqué que les rayons X peuvent exciter la phosphorescence dans le voisinage de -200° de la même façon que les rayons lumineux; les substances ainsi excitées n'émettent de la lumière qu'en se réchauffant.

» Les corps fluorescents s'illuminent aussi dans l'air liquide, sous l'action des rayons de Röntgen, comme à la température ordinaire. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *De l'amplification des sons dans les phonographes.* Note de M. **Dussaud**, présentée par M. Marey.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie le phonographe construit par MM. Grivolas et Pathé frères, qui constitue un perfectionnement notable dans ce genre d'appareils.

» Ce phonographe, avec ses cylindres de grand diamètre, m'a permis de vérifier facilement la théorie nouvelle de l'amplificateur des sons que j'ai l'honneur de proposer à l'Académie.

» Dans le phonographe, le son, ou la parole, est d'autant plus intense que le sillon qui le produit est plus allongé. Il en résulte, comme on peut le constater par les expériences qui sont reproduites devant l'Académie :

» 1° Que l'on fera parler d'autant plus fort un phonographe que ses cylindres auront un plus grand diamètre, ou qu'ils auront tourné plus vite lors de l'enregistrement ;

» 2° Que, si l'on fait parler un phonographe devant un second phonographe dont le cylindre a un diamètre plus grand, ce dernier répétera les paroles avec une plus grande intensité que le premier.

» On a donc, par le diamètre ou la vitesse des cylindres, un moyen d'amplifier les sons à volonté, soit au moment de l'enregistrement, soit lors de la reproduction d'un rouleau. »

PHYSICO-CHIMIE. — *Sur la relation qui existe entre le poids moléculaire et la densité des fluides.* Note de M. **Daniel Berthelot**, présentée par M. H. Becquerel.

« Dans une série de Notes antérieures ([1]), j'ai montré qu'il existe une proportionnalité rigoureuse entre les poids moléculaires des gaz et leurs densités limites, prises sous une pression infiniment faible. Ces densités limites sont égales au produit $d[1-(A_0^p)_t p]$, d étant la densité sous la pression p, à la température t, $(A_0^p)_t$ le coefficient d'écart $-\frac{1}{p_0 v_0}\frac{\Delta(pv)}{\Delta p}$ du gaz à $t°$ par rapport à la loi de Mariotte, entre la pression infiniment faible p_0 et la pression de l'expérience p.

» Cette expression est générale et convient à tous les fluides, qu'ils soient à l'état liquide ou à l'état gazeux. Appliquée aux liquides, elle offre l'avantage de rattacher leur poids moléculaire à leur densité en partant de la même loi que pour les gaz, c'est-à-dire de la loi d'Avogadro-Ampère considérée comme loi limite. Elle est plus directe que les méthodes proposées jusqu'à ce jour pour déterminer le poids moléculaire des liquides.

» Si l'on connaissait exactement l'équation caractéristique des fluides $f(p, v, t) = 0$, on pourrait calculer $(A_0^p)_t$; mais cette fonction n'est connue aujourd'hui que d'une manière imparfaite. Pourtant, la formule de Van der Waals constitue une première approximation et donne des réseaux qui, s'ils ne coïncident pas avec ceux de M. Amagat, en reproduisent l'allure générale et les particularités caractéristiques. Aussi ai-je cru intéressant, avant d'indiquer les meilleures méthodes de calcul applicables à la région du plan qui représente l'état liquide, de jeter un coup d'œil sur l'ensemble du phénomène en prenant cette équation pour guide.

» Je rappellerai tout d'abord que la loi des états correspondants a une plus grande généralité que l'équation même de Van der Waals. Soient p_c, T_c, v_c la pression, la

([1]) *Comptes rendus*, mars, avril, mai 1898. — *Séances de la Société de Physique*, juin 1898.

température, le volume critique d'un corps; si, posant $\varpi = \frac{p}{p_c}$, $\theta = \frac{T}{T_c}$, $\upsilon = \frac{v}{v_c}$, on admet que la fonction $\Phi(\varpi, \theta, \upsilon) = 0$ est la même pour tous les corps, et que, de plus, pour des pressions très faibles, l'équation caractéristique tende vers la forme $pv = RT$, R étant une constante commune à tous les corps pris sous le poids moléculaire, le calcul montre que

$$1 - (A_0^p)_t\, p = k \frac{\varpi\upsilon}{\theta},$$

k étant un coefficient numérique.

» En particulier, si l'on admet pour la fonction Φ la forme qui résulte de l'équation de Van der Waals,

$$\left(\varpi + \frac{3}{\upsilon^2}\right)(3\upsilon - 1) = 8\theta, \tag{1}$$

on trouve

$$1 - (A_0^p)_t\, p = \frac{3}{8} \frac{\varpi\upsilon}{\theta}. \tag{2}$$

» Dès lors, soit $\frac{1}{v}$ la densité d'un fluide à T° absolus et sous la pression p; si nous connaissons, de plus, sa pression critique p_c et sa température critique T_c, nous sommes en mesure de calculer son poids moléculaire. En effet, ϖ et θ étant connus, l'équation (1) nous donne υ et la formule (2) nous donne $1 - (A_0^p)_t\, p$. Nous désignerons, pour abréger, ce facteur par v_m; il représente le volume réel occupé par 1^{mol} du fluide, si l'on prend pour unité le volume occupé par 1^{mol} de gaz parfait dans les mêmes conditions.

» L'ensemble des calculs exécutés d'après ces formules est représenté par la figure ci-jointe. On a porté en ordonnées les volumes moléculaires v_m, en abscisses les températures réduites $\frac{T}{T_c}$, et l'on a tracé les courbes de v_m pour diverses valeurs de $\frac{p}{p_c}$. Si la loi d'Avogadro était exacte, on aurait $v_m = 1$ pour toutes les températures et toutes les pressions. On a donc sous les yeux les courbes d'écart par rapport à la loi d'Avogadro (¹).

» Examinons d'abord la courbe $p = p_c$. T partant du zéro absolu, le volume du gaz supposé parfait est nul, celui du fluide est fini et égal au covolume. Donc v_m est infini. T croissant, v_m diminue jusqu'à la valeur minimum 0,230 pour $T = 0{,}83\,T_c$, puis augmente, prend la valeur 0,375 pour $T = T_c$, c'est-à-dire au point critique, devient égal à 1 pour $T = 3{,}25\,T_c$, augmente jusqu'à un maximum égal à 1,010, puis diminue et tend vers 1 quand T tend vers ∞.

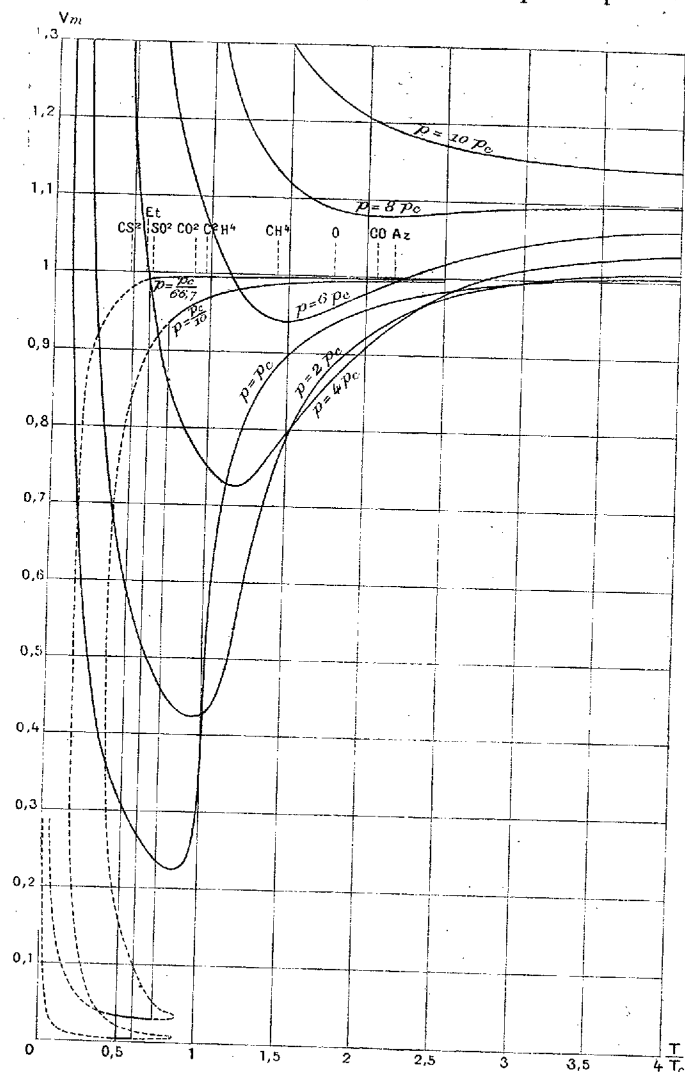
» Les courbes $p = 2p_c$ et $p = 4p_c$ présentent une allure analogue. Elles coupent la

---

(¹) En raison des relations, signalées dans une Note antérieure, qui existent entre A_0^p et les coefficients de dilatation α et γ des gaz réels et parfaits, ces courbes permettent une comparaison presque immédiate entre l'échelle thermodynamique et l'échelle des thermomètres à gaz à pression constante sous diverses températures et diverses pressions.

droite $v_m = 1$ pour $T = 3,12\,T_c$ et $T = 2,75\,T_c$. Elles offrent des minima moins accentués et des maxima plus élevés. Ces minima et ces maxima disparaissent sous des pressions plus fortes.

» Soit maintenant le cas de pressions plus faibles que la pression critique. La



courbe $p = 0,015 p_c$ ou $\frac{p_c}{66,67}$ correspond pour la plupart des corps à des pressions comprises entre $0^{atm},5$ et $1^{atm},2$, c'est-à-dire voisines des conditions ordinaires des mesures de densités gazeuses ou liquides faites dans les laboratoires. Aussi M. Leduc a-t-il pu tracer empiriquement, pour la région des gaz, la courbe analogue $p = \frac{p_c}{76}$.

Elle présente une première portion rapidement descendante, qui ne répond pas à l'état fluide, les corps étant solides à ces basses températures. On l'a figurée en pointillé sur le dessin. T augmentant, on atteint le point de fusion qui est compris pour la plupart des corps entre $0,45\,T_c$ et $0,55\,T_c$. De $T = 0,45\,T_c$ environ à $T = 0,61\,T_c$ s'étend l'état liquide; les valeurs de v_m y sont de l'ordre $\frac{1}{200}$. A $T = 0,61\,T_c$, se produit la vaporisation du corps représentée par une droite, dont la position théorique se détermine par la règle de Clausius. La partie pointillée de la courbe représente les états physiques instables prévus par la théorie qui établissent la transition entre l'état liquide et l'état gazeux. Quand la vaporisation est terminée, $v_m = 0,9860$. A partir de ce moment, v_m se rapproche de la droite $v_m = 1$, la coupe au voisinage de $T = \frac{27}{8}\,T_c$, passe par un maximum égal à $1,00014$, puis tend vers 1 quand T tend vers ∞.

» Pour comparer ces courbes aux données expérimentales j'ai figuré sur le dessin la position qu'occupent divers corps gazeux ou liquides à 0°C. En menant par ces points des parallèles à l'axe des ordonnées et en prenant leurs intersections avec les courbes on obtient les valeurs de v_m pour diverses pressions. Les données de M. Amagat permettent de faire la comparaison entre des limites considérables de température et de pression. La vérification, satisfaisante au point de vue qualitatif, laisse à désirer au point de vue quantitatif. Je me contenterai de faire ici la comparaison pour la courbe $\frac{p_c}{66,67}$ au moyen des mesures de densité et de compressibilité de M. Leduc et de M. Sacerdote. Dans la région des gaz permanents O, CO, Az l'accord est assez bon; v_m a des valeurs comprises entre $0,999$ et 1; il s'annulerait pour un gaz qui aurait pour point critique $-192°$; les expériences de M. Leduc lui ont donné pour ce point $-180°$. Pour l'hydrogène qui est très en dehors des limites du dessin ($T = 6,8\,T_c$), la courbe indique $v_m = 1,00014$ et l'expérience $1,00019$. Dans la région des gaz liquéfiables tels que C^2H^4, CO^2, SO^2 la courbe théorique s'écarte plus lentement de la droite $v_m = 1$ que la courbe réelle. Ainsi pour SO^2 la courbe donne $v_m = 0,987$ et l'expérience $0,972$. L'éther qui vient ensuite se trouve à l'état liquide; la courbe donne $v_m = 0,0041$ et l'expérience $0,0025$. Pour le sulfure de carbone, la courbe donne $v_m = 0,0046$ et l'expérience $0,0031$. Malgré l'énorme variation de v_m les nombres prévus sont du même ordre que les nombres observés.

» Ces résultats rendent plus que probable qu'une connaissance plus exacte de la fonction $\Phi(\pi, \upsilon, \theta) = 0$ permettra de calculer par une même formule les poids moléculaires des liquides et des gaz. D'ailleurs il est possible dès aujourd'hui d'obtenir le poids moléculaire des liquides en partant de leurs densités et de leurs constantes critiques avec une approximation de quelques centièmes, en s'appuyant sur divers résultats théoriques et expérimentaux établis depuis quelques années. C'est ce que je me propose de montrer dans des Notes ultérieures. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la phosphorescence du sulfure de strontium.* Note de M. **J.-R. Mourelo** (1) (Extrait).

« Les faits consignés dans cette Note se rapportent à l'excitabilité des sulfures de strontium et au mécanisme de la phosphorescence.

» J'ai remarqué un phénomène très curieux : un même sulfure, obtenu par la méthode de Verneuil telle que je l'ai modifiée, présente une phosphorescence plus grande et plus persistante à la lumière diffuse qu'aux rayons directs du soleil, pour une même durée d'exposition. Il en est de même avec les sulfures de calcium, de baryum et de zinc. Quant au sulfure de strontium, la luminescence vert jaunâtre qui le caractéristique ne se produit jamais nettement dans les échantillons qui ont été exposés à la lumière directe du soleil.

» Je l'attribue à ce que ce corps n'est pas également impressionné par les diverses radiations. Ce sont les ondes de plus grande amplitude qui sont les plus efficaces, ainsi que M. Le Bon l'a démontré pour le sulfure de zinc. Dans le cas actuel, c'est dans la partie non visible de la radiation que réside la véritable force excitatrice; car, si l'intensité de sa phosphorescence était en proportion de la lumière qui l'excite, celle du sulfure de strontium exposé aux rayons directs du soleil serait la plus grande, tandis que c'est le contraire. D'autre part, lorsqu'un sulfure de strontium a été exposé une seule fois à la lumière diffuse, non seulement sa phosphorescence devient très intense, mais il acquiert un plus grand degré d'impressionnabilité. Au contraire, une insolation répétée diminue son impressionnabilité et peut même arriver à l'annuler.

» En plaçant ces sulfures de strontium dans des tubes d'essai bien fermés, leur faisant subir une exposition périodique de quelques minutes à la lumière diffuse, et les conservant ensuite dans une boîte, je suis parvenu à obtenir des échantillons extraordinairement sensibles. Au bout de trois ans, une bougie allumée les excite; ils brillent dans l'obscurité et gardent plusieurs heures leur phosphorescence verte.

» Dans le but de prouver que les radiations lumineuses ne sont pas les plus efficaces dans le phénomène que j'étudie, j'ai effectué des expériences directes, dont le résultat ne laisse aucun doute.

---

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École des Arts et Métiers, à Madrid.

» En chauffant une lame de fer, sans l'amener à la température du rouge, et plaçant au-dessus, pendant une minute, un tube avec du sulfure de strontium obtenu par mon procédé, j'ai constaté que celui-ci, emporté immédiatement dans l'obscurité, présente une phosphorescence aussi belle que si elle avait été déterminée par la lumière diffuse.

» Ce même sulfure de strontium, en poudre grossière, placé directement sur la lame chauffée, mais non rougie, ne tarde pas à émettre une lumière verte assez intense.

» Une feuille de papier ayant été enduite d'un vernis contenant du sulfure de strontium pulvérisé, on la fait sécher en l'exposant à 1^{m} environ du feu : la phosphorescence est telle qu'elle est visible en pleine lumière.

» La chaleur des becs à gaz employés dans les laboratoires, et dont la flamme est à peine visible, provoque également la phosphorescence : je l'ai vérifié bien des fois.

» Les produits que j'ai obtenus offrent une autre particularité qui mérite d'être signalée : un sulfure amené à son maximum de phosphorescence peut en exciter un autre.

» J'ai placé dans l'obscurité, entre deux tubes contenant des sulfures de strontium en pleine phosphorescence, un autre tube contenant du sulfure de strontium non excité. Au bout de cinq minutes, les trois tubes donnaient de la lumière verdâtre, celui du milieu avec beaucoup moins d'intensité et d'une manière moins durable. Pour ces expériences, j'ai toujours opéré avec des sulfures extrêmement excitables et actifs.

» J'ai observé des phénomènes qui doivent être attribués à une *auto-excitation* et qui ne sont pas moins curieux.

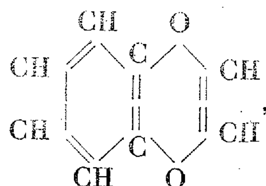
» On choisit des sulfures capables de briller dans l'obscurité par une exposition instantanée à la lumière diffuse. On les réduit en poudre fine, et on en remplit, jusqu'aux deux tiers, des flacons en verre de 250^{cc}, qu'on ferme pour empêcher le contact de l'air. La lumière n'ayant ainsi accès qu'à la surface de la masse, on constate que, après dix secondes d'exposition, toute la masse est devenue phosphorescente. Mais on remarque comme des zones d'intensité décroissante, en sorte que l'excitation d'un point semble se propager à toute la masse.

» Je donne donc à ce phénomène le nom d'*auto-excitation*, non seulement en raison de son mécanisme, mais en raison aussi des causes qui le provoquent, et qui se relient aux effets de la lumière diffuse et des radiations obscures. Pour moi, la luminescence n'est qu'une manifestation extérieure des activités du sulfure de strontium phosphorescent; quand on l'expose aux radiations diffuses, il s'y développe deux sortes d'énergie : l'une est mise en évidence par la propriété d'émettre une lumière vert jaunâtre; l'autre se traduit par des activités chimiques déterminées, que présente le sulfure de strontium quand il a cessé de briller. M. Le Bon vient de le démontrer; ses recherches sont confirmées par les miennes, que je me propose de publier. L'émission de lumière est bien l'une des manifesta-

tions de la phosphorescence; mais la phosphorescence est un phénomène extrêmement complexe, dépendant de plusieurs circonstances, et en particulier du mode d'agrégation des substances qui la présentent. C'est un ensemble d'activités, déterminé par la dissémination d'une petite quantité de certains corps *actifs*, dans une grande masse d'autres corps, et opérant toujours à des températures très élevées. »

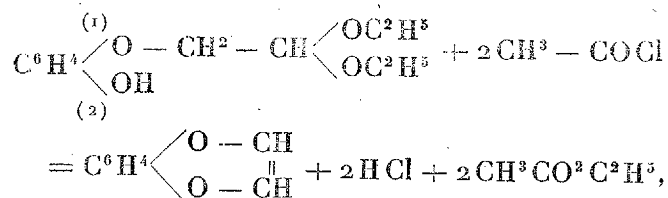
CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'éthène-pyrocatéchine.* Note de M. CH. MOUREU, présentée par M. H. Moissan.

« L'éthène-pyrocatéchine



que je viens d'obtenir après une série de recherches sur des dérivés de la pyrocatéchine à fonction aldéhyde ou acétone, est le premier corps connu à noyau hexagonal bioxygéné et non saturé.

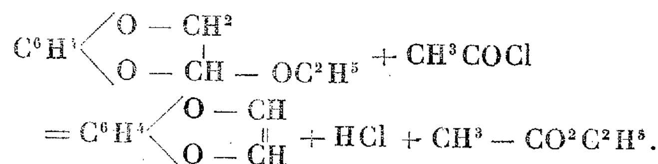
» Il prend naissance en très petite quantité, avec mise en liberté d'acide chlorhydrique et d'acétate d'éthyle, quand on fait réagir le chlorure d'acétyle à l'ébullition soit sur l'orthoxyphénoxyacétal



$$C^6H^4\begin{cases} \overset{(1)}{O} - CH^2 - CH\begin{cases} OC^2H^5 \\ OC^2H^5 \end{cases} \\ \underset{(2)}{OH} \end{cases} + 2\,CH^3 - COCl$$

$$= C^6H^4\begin{cases} O - CH \\ O - CH \end{cases} + 2\,HCl + 2\,CH^3CO^2C^2H^5,$$

soit sur l'éthoxyléthane-pyrocatéchine (¹), qui est le premier produit résultant de l'action du chlorure d'acétyle sur l'orthoxyphénoxyacétal



$$C^6H^4\begin{cases} O - CH^2 \\ O - CH - OC^2H^5 \end{cases} + CH^3COCl$$

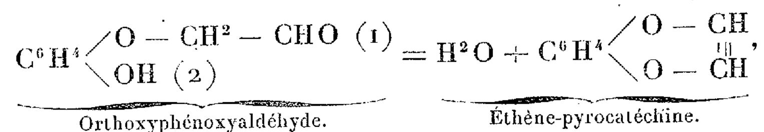
$$= C^6H^4\begin{cases} O - CH \\ O - CH \end{cases} + HCl + CH^3 - CO^2C^2H^5.$$

(¹) CH. MOUREU, *Comptes rendus*, juin 1898.

» Ce sont là de simples modes de formation, intéressants au point de vue théorique, mais nullement avantageux pour la préparation proprement dite du produit.

» C'est en partant de l'orthoxyphénoxyaldéhyde que j'ai pu obtenir aisément l'éthène-pyrocatéchine.

» L'orthoxyphénoxyaldéhyde, en effet, qui a été décrite dans une Note antérieure [1], est susceptible de perdre une molécule d'eau en donnant précisément l'éthène-pyrocatéchine



» Cette déshydratation s'effectue sous l'influence de l'anhydride phosphorique. Afin d'éviter l'action destructive de l'acide phosphorique qui s'est formé simultanément sur le produit de la réaction, on opère en présence de quinoléine, base tertiaire qui sature immédiatement l'acide sans élimination d'eau. Voici le mode opératoire que j'ai adopté.

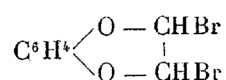
» A un mélange de 3 parties de quinoléine avec 1 partie d'anhydride phosphorique, on incorpore par agitation 1 partie d'aldéhyde. La réaction commence aussitôt, et la masse s'échauffe. On distille dans le vide, au bain d'huile. L'huile recueillie est traitée par l'acide chlorhydrique étendu, qui dissout la quinoléine et laisse intacte l'éthène-pyrocatéchine. Celle-ci est purifiée par entraînement à la vapeur d'eau, et lavage ultérieur, en solution éthérée, à l'acide chlorhydrique dilué et à la soude étendue; finalement on la rectifie par distillation.

» L'éthène-pyrocatéchine distille à 76° ($H = 13^{mm}$), et à 193° (corr.) sous la pression normale.

» C'est une huile incolore, neutre, ayant pour densité 1,204 à 0°. Elle se congèle dans le chlorure de méthyle bouillant en minces feuillets blancs, brillants, légers, qui fondent entre — 20° et — 16°.

» Le corps, dilué dans du sulfure de carbone et refroidi dans un mélange de glace et de sel, absorbe immédiatement et sans dégagement d'acide bromhydrique une molécule de brome.

» Le composé d'addition ainsi formé

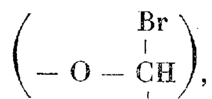


cristallise dans la ligroïne en petits prismes incolores, fusibles à 103°-104°,5.

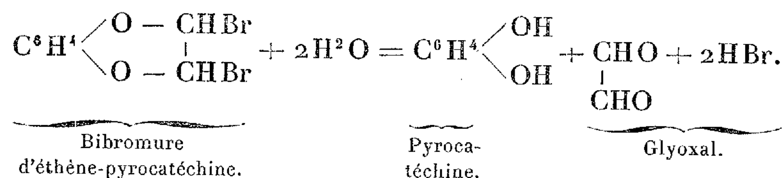
---

(1) *Ibid.* (*loc. cit.*).

» Si nous considérons l'un des deux groupements identiques



qui existent dans ce composé, nous voyons que le groupement hydroxylé correspondant $\left(-\mathrm{O}-\overset{\mathrm{OH}}{\overset{|}{\mathrm{CH}}}\right)$ est de nature acétalique; l'éther bromhydrique $\left(-\mathrm{O}-\overset{\mathrm{Br}}{\overset{|}{\mathrm{CH}}}\right)$ doit donc être instable et facile à saponifier. Effectivement, l'eau chaude, au contact du bibromure, devient presque immédiatement acide. La saponification est rapide lorsqu'on chauffe le produit avec un excès d'eau à reflux; en même temps que de l'acide bromhydrique est mis en liberté, il y a formation de glyoxal et de pyrocatéchine, conformément à l'équation suivante



» La pyrocatéchine a pu être caractérisée nettement par ses propriétés réductrices et ses réactions colorées. Quant au glyoxal, on l'a isolé à l'état d'osazone $\begin{matrix}\mathrm{CH}=\mathrm{Az^2HC^6H^5}\\ | \\ \mathrm{CH}=\mathrm{Az^2HC^6H^5}\end{matrix}$ fusible à 170°.

» Ces réactions établissent d'une façon indiscutable la constitution de l'éthène-pyrocatéchine. C'est le premier terme d'une série nouvelle des composés à noyau bioxygéné.

» Nous nous proposons de montrer ultérieurement que les réactions précédentes sont générales. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Mode d'essai et composition des huiles d'acétone.* Note de MM. **A.** et **P. Buisine**, présentée par M. Friedel.

« Comme suite à nos premières recherches sur ce sujet, nous avons été amenés à étudier, dans une petite usine d'essai installée à cet effet, la

fabrication de l'huile d'acétone avec des eaux de dessuintage des laines provenant de différents établissements, en vue surtout de déterminer les rendements et la nature des produits obtenus dans différentes conditions.

» La séparation des produits qui constituent l'huile d'acétone étant longue et laborieuse, nous avons dû rechercher d'abord une méthode d'essai permettant d'établir rapidement la composition des huiles obtenues, afin de pouvoir comparer les résultats dans le cours des expériences.

» Nous avons constaté que quelques déterminations très simples suffisaient, dans la plupart des cas, pour donner une idée exacte sur la composition de ces produits.

» Nous nous contentons, dans les opérations courantes de fabrication, de déterminer la densité, la solubilité dans l'eau, la solubilité dans le bisulfite de sodium, et le volume du liquide qui distille entre des limites de températures déterminées, de 70° à 90° par exemple.

» L'ensemble de ces déterminations donne généralement tous les renseignements désirables sur la nature du produit. Voici comment nous faisons ces différents essais.

» L'huile d'acétone brute renfermant toujours en dissolution une petite quantité d'eau, qui peut modifier les résultats, il est bon de commencer par la sécher par un passage sur du carbonate de potasse sec.

» I. *Densité.* — Nous prenons la densité à 15° avec un densimètre marquant de 0,800 à 0,900. Il est indispensable d'opérer exactement à 15°, la densité diminuant rapidement à mesure que la température s'élève.

» La densité des huiles d'acétone brutes du suint varie de 0,830 à 0,835.

» II. *Solubilité dans l'eau.* — Pour déterminer rapidement la solubilité dans l'eau, nous plaçons, dans un tube gradué de 50^{cc}, 10^{cc} d'huile à essayer et 40^{cc} d'eau distillée. On bouche le tube et l'on agite pendant quelques minutes, puis on abandonne au repos. Lorsque les liquides sont bien séparés, on lit le volume de la couche huileuse rassemblée à la surface de l'eau.

» On trouve ainsi de 18 à 23 pour 100 d'huile insoluble, c'est-à-dire que l'huile d'acétone du suint est soluble dans l'eau dans la proportion de 77 à 82 pour 100. La portion passée en dissolution est formée presque exclusivement des premières cétones, la diméthylcétone et la méthyléthylcétone, qui seules sont solubles dans l'eau.

» III. *Solubilité dans le bisulfite de sodium.* — Nous plaçons dans un flacon d'un demi-litre 350^{cc} d'une solution de bisulfite de sodium à 30° B. et 100^{cc} d'huile à essayer. On bouche et l'on agite énergiquement pendant quelques heures. Au bout de ce temps, on laisse reposer et l'on décante l'huile insoluble dont on prend le volume.

» On trouve ainsi de 6 à 9 pour 100 de produit insoluble dans le bisulte de sodium.

» Il en résulte que l'huile d'acétone du suint est formée presque exclusivement de composés à fonction acétonique combinables au bisulfite de sodium.

» IV. *Distillation du produit.* — Nous distillons une quantité donnée du produit en opérant toujours dans les mêmes conditions et en séparant ce qui passe entre certaines limites de températures.

» Pour cela, nous plaçons, dans un ballon de Wurtz de 300^{cc}, 250^{cc} de l'huile à essayer et nous distillons en recueillant et mesurant ce qui passe de 70° à 90°.

» On sépare ainsi de 74 à 80 pour 100 de l'huile d'acétone du suint; cette portion est formée en très grande partie d'éthylméthylcétone.

» On voit, en outre, par cet essai, que les huiles d'acétone du suint ne renferment que de très faibles quantités de diméthylcétone.

» Nous donnons ci-dessous les résultats des déterminations ainsi faites sur trois échantillons d'huile d'acétone obtenus avec des eaux de dessuintage provenant d'établissements différents.

		I.		II.		
Densité à 15°	833		835		835	
Portion insoluble dans l'eau	20 %		21,5 %		18 %	
Portion insoluble dans le bisulfite de sodium	8 %		9 %		6,5 %	
Distillation du produit :						
de 60°-70°	4		1		4	
de 70°-76°	52	de 70° à 90° : 78 %.	50	de 70° à 90° : 78 %.	53	de 70° à 90° : 76 %.
de 76°-80°	10		16		11	
de 80°-85°	10		8		7	
de 85°-90°	6		4		5	
de 90°-100°	7		8		10	
de 100°-110°	4		5		6	
au-dessus de 110°	7		8		4	
	100		100		100	

» Nous avons en outre déterminé la chaleur de combustion de l'huile d'acétone du suint dans la bombe Malher; elle est de 7850^{cal} à 7900^{cal} pour 1^{gr} d'huile brute. Nous avons constaté, dans nos différents essais de fabrication, une grande régularité dans la composition des produits obtenus et dans les rendements.

» En résumé, l'huile d'acétone du suint ne renferme que des traces de diméthylcétone, 5 pour 100 au maximum; elle contient, au minimum, 90 pour 100 de composés à fonction acétonique, dont 75 pour 100 solubles dans l'eau; cette portion est formée en très grande partie d'éthylméthylcétone.

» Nous avons soumis comparativement aux mêmes essais des échantillons d'huiles d'acétone, provenant d'une fabrique d'acétone par le pyrolignite de chaux. L'acétone brute obtenue par distillation sèche de ce sel ne fournit guère que 5 pour 100 d'huile passant au-dessus de 70°.

» Voici les résultats obtenus sur un échantillon de cette huile

Densité à 15°	842	
Portion insoluble dans l'eau	44	pour 100
Portion insoluble dans le bisulfite de sodium	9	»

» Distillation du produit :

De 60°-70°	0	
70-76	2	de 70° à 90°
76-80	10	36 pour 100
80-85	12	
85-90	12	
90-100	28	
100-110	10	
Au-dessus de 110°	26	
	100	

» On voit que ces huiles sont très différentes, comme composition, des huiles d'acétone du suint; elles sont beaucoup plus pauvres en cétones passant avant 90°, en particulier en éthylméthylcétone; elles en renferment à peine la moitié de ce que contient l'huile du suint; par contre, elles sont plus riches en cétones élevées, passant au-dessus de 100°.

» La méthode d'essai des huiles d'acétone que nous venons de décrire peut suffire dans la pratique industrielle; néanmoins nous poursuivons l'étude de ces produits dont nous donnerons plus tard une analyse plus complète. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les combinaisons de la phénylhydrazine avec les iodures alcooliques.* Note de MM. **P. Genvresse** et **P. Bourcet**, présentée par M. Friedel.

« M. Émile Fischer, dans son Travail magistral sur la phénylhydrazine (*Deuts. Chem. Ges.*, t. IX, p. 885), a fait réagir l'iodure d'éthyle sur la phénylhydrazine; il a constaté que l'action était tellement violente, lorsqu'il agissait sur de grandes masses, qu'il y avait explosion. En répétant cette opération, dans les mêmes conditions que le savant allemand, nous avons retrouvé le même résultat, même en n'opérant que sur quelques grammes et au sein d'un mélange réfrigérant. Mais en faisant réagir les deux corps

en présence de dissolvants, nous sommes parvenus à modérer la réaction et à obtenir des produits bien cristallisés et nettement définis. Nous avons opéré sur les iodures de méthyle et d'éthyle.

» *Action de l'iodure de méthyle sur la phénylhydrazine.* — En traitant l'iodure de méthyle par la phénylhydrazine, on obtient deux composés cristallisés que l'on sépare facilement, l'un étant insoluble dans l'alcool absolu et l'autre soluble.

» *Composé insoluble dans l'alcool absolu :* $C^6H^5.Az^2H^2(CH^3)^2I$. — Pour obtenir ce composé, on dissout 125gr d'iodure de méthyle dans l'alcool absolu, on place le vase qui contient la solution dans un mélange réfrigérant de glace et de sel et l'on ajoute goutte à goutte, en agitant avec une baguette, 50gr d'iodure de méthyle : à peu près deux molécules d'iodure de méthyle pour une de phénylhydrazine. Au bout de quelques heures on enlève le flacon où se fait la réaction du mélange réfrigérant et on l'abandonne à la température ordinaire; au bout de deux jours, il commence à se former de très beaux cristaux, qui augmentent jusqu'au huitième jour. On les jette alors sur un filtre, on les lave à l'alcool absolu et ensuite à l'éther et on les sèche dans le vide au-dessus de l'acide sulfurique. Nous avons ainsi obtenu 34gr d'un produit très beau et très pur.

» Son analyse conduit à la formule $C^6H^5Az^2H^2(CH^3)^2I$.

» Ce corps est très blanc lorsqu'il vient d'être préparé; il cristallise de sa préparation dans l'alcool en longs prismes clinorhombiques de plusieurs centimètres de longueur sur environ 5mm de côté. Il fond à 122° et se décompose presque immédiatement après. Il est soluble dans l'eau, plus soluble à chaud qu'à froid; la solution saturée à chaud cristallise par refroidissement; elle est neutre au tournesol. Ce corps est à peu près insoluble dans l'alcool; il est insoluble dans l'éther.

» Lorsqu'il a été bien lavé à l'alcool et à l'éther, il peut être conservé dans des vases jaunes pendant plusieurs mois sans qu'il s'altère.

» Il n'est pas attaqué, du moins sensiblement, par une solution concentrée et chaude de potasse; l'hydrate d'oxyde d'argent, au contraire, le transforme partiellement en une masse rouge visqueuse, qui ne distille pas sans décomposition.

» Il ne réduit pas la liqueur de Fehling, mais il donne avec elle un précipité bleu pâle; il donne avec le chlorure mercurique un précipité blanc cristallisé, avec l'acétate de plomb un précipité jaune pâle, avec le nitrate d'argent un précipité jaune insoluble dans l'hyposulfite de sodium, avec le sulfate de cuivre un précipité rouge, avec le chlorure ferrique un précipité couleur de rouille; il verdit la solution de prussiate jaune, etc.

» *Composé soluble dans l'alcool :* $(C^6H^5-AzH-AzH^2)^2CH^3I$. — On obtient ce composé en dissolvant dans 500gr d'éther ordinaire, refroidi par un mélange réfrigérant de glace et de sel, 108gr de phénylhydrazine (1 molécule), et en versant dans la solution ainsi obtenue goutte à goutte 71gr d'iodure de méthyle (0mol,5) et en agitant constamment avec une baguette. Au bout d'une heure, quelquefois avant, on voit se former un feutrage de cristaux qui augmentent jusqu'au lendemain. On jette le tout sur un filtre et on lave à l'éther. Les cristaux ainsi obtenus sont ensuite traités par l'alcool qui les dissout. La solution alcoolique, refroidie dans un mélange de glace et de sel,

cristallise; on filtre ensuite rapidement, on lave à l'éther et l'on sèche dans le vide au-dessus de l'acide sulfurique,

» Le corps ainsi obtenu correspond, d'après les résultats de l'analyse, à la formule $(C^6H^5 - AzH - AzH^2)^2CH^3I$.

» Ce corps, lorsqu'il vient d'être préparé, est blanc; il cristallise en fines aiguilles dont l'ensemble a l'aspect du feutre; il fond à 125° en se décomposant.

» Il est très soluble dans l'eau; la solution aqueuse est neutre au tournesol; il est aussi soluble dans l'alcool, mais insoluble dans l'éther.

» Il est moins stable que le composé précédent. Abandonné à lui-même, il jaunit, noircit et, au bout de trois ou quatre mois, il est tout entier transformé en un liquide noirâtre.

» La potasse le transforme en un liquide jaune noirâtre qui se décompose sous l'influence de la chaleur.

» Il réduit la liqueur de Fehling, le nitrate d'argent, les chlorures d'or et de platine; il donne avec le chlorure ferrique un précipité jaune serin en même temps qu'un dégagement gazeux se produit; il précipite le sulfate de cuivre en rose très pâle et le chlorure mercurique en jaune.

» *Nota :* 1° Si l'on attend quelque temps avant d'isoler le corps précédent de l'éther qui le baigne, on obtient en même temps du premier produit.

» 2° L'éther filtré abandonne au bout de quelque temps une huile lourde contenant de l'iode et indistillable.

» *Combinaisons de la phénylhydrazine avec l'iodure d'éthyle.* — Si l'on opère dans les mêmes conditions que précédemment, en substituant à l'iodure de méthyle celui d'éthyle, on obtient des composés analogues aux précédents. Le composé, insoluble dans l'alcool $C^6H^5 - Az^2H^2(C^2H^5)^2I$, fond à 116° en se décomposant et le produit soluble dans l'alcool à 27°, en donnant un liquide jaune.

» Ces deux produits jouissent des mêmes propriétés que les composés précédents correspondants, mais ils sont plus faciles à purifier et beaucoup plus stables. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la transformation directe de l'ammoniaque en acide azotique dans les milieux liquides.* Note de M. E. DEMOUSSY, présentée par M. P.-P. Dehérain.

« Les travaux de Winogradsky nous ont appris que la nitrification de l'ammoniaque est l'œuvre de deux organismes qui effectuent chacun un travail distinct : le premier transforme l'ammoniaque en acide azoteux, le second achève l'oxydation et amène l'acide azoteux à l'état final d'acide azotique. Nous considérons donc comme normale l'apparition de nitrite dans une nitrification provoquée par la présence simultanée des deux ferments indispensables, par exemple dans des solutions de sels ammoniacaux ensemencées avec un peu de terre.

» Au contraire, la présence des nitrites est tout à fait exceptionnelle

dans une terre en nitrification ; on rencontre souvent l'ammoniaque comme terme de passage entre la matière organique et l'acide nitrique, mais on ne trouve que très rarement l'acide nitreux. C'est même l'absence de cet intermédiaire qui a fait longtemps considérer la fermentation nitrique comme due à la présence d'un seul organisme oxydant complètement l'ammoniaque lorsque les conditions sont favorables, mais dont l'action, en milieu liquide, s'arrête à moitié chemin pour des raisons mal définies.

» Connaissant la nécessité de la présence des deux ferments, on peut se demander pourquoi dans le sol ils agissent simultanément, tandis que dans les liquides le ferment nitrique est en retard sur le ferment nitreux. La plupart des auteurs qui ont signalé ces faits s'accordent pour les attribuer à la différence de milieu : le ferment nitreux s'accommoderait mieux que son congénère de la vie en milieu liquide; en outre, l'oxydation doit être beaucoup plus aisée dans la terre, où l'air circule autour des particules à oxyder, que dans un liquide où l'oxygène ne pénètre qu'en vertu de son faible coefficient de solubilité.

» J'ai cherché à reproduire le phénomène de la nitrification que l'on peut appeler *normale,* et à obtenir en milieu liquide le passage direct de l'ammoniaque à l'état d'acide azotique, sans formation intermédiaire d'acide azoteux. J'ai entrepris, à cet effet, quelques expériences que je résumerai brièvement ([1]).

» Tout d'abord, on reconnaît aisément que le ferment nitrique s'accommode très bien de la vie en milieu liquide ; il transforme un poids donné d'azote nitreux en azote nitrique, bien plus rapidement que le ferment nitreux ne fait passer le même poids d'azote ammoniacal à l'état nitreux. Il en est ainsi, que le liquide soit neutre, comme l'est sensiblement la terre arable, ou alcalin, comme le deviennent les solutions de sulfate d'ammoniaque en présence de carbonate de chaux.

» Cela étant constaté, il était tout indiqué de chercher à activer la transformation de l'acide azoteux en acide azotique en facilitant l'accès de de l'oxygène. Des solutions de sulfate d'ammoniaque, avec carbonate de chaux et phosphate de potasse, furent ensemencées avec un peu de terre qui apportait les deux ferments. Quoique l'on disposât les liquides en couche mince, avec une surface libre de plus de 120^{cq} pour un volume de 100^{cc}, quoique dans certains cas on les fît traverser par un courant d'air,

---

([1]) Les détails seront donnés dans un Mémoire qui paraîtra prochainement dans le t. XXV des *Annales agronomiques.*

on observa toujours la formation de nitrite; les fermentations furent d'autant plus rapides que l'accès de l'air était plus aisé, mais jamais l'ammoniaque ne passa directement à l'état d'acide azotique. Sans vouloir assimiler ces conditions d'aération à celles qui existent dans le sol, il est permis d'avancer que la facilité d'oxydation n'est pas la cause de la non-apparition des nitrites dans la terre arable.

» L'addition de sels de manganèse, qui existent toujours dans le sol et qui fréquemment servent d'adjuvants dans les phénomènes d'oxydation, a été sans effet, ou plutôt elle a causé un retard plus sensible pour le ferment nitreux que pour le ferment nitrique.

» Comme, d'après Godlewski, c'est l'acide carbonique libre, et non celui des carbonates terreux, qui est la source du carbone des organismes de la nitrification, comme ce gaz est beaucoup plus abondant au sein du sol que dans l'atmosphère, il y avait lieu d'essayer si l'introduction d'un peu de gaz carbonique dans l'air qui surnage les liquides de culture ne favoriserait pas l'action du ferment nitrique. Ici encore cette addition ne fut suivie d'aucun effet utile. Il en a été de même de l'apport de carbone organique sous forme de matière humique.

» J'ai enfin recherché s'il n'y avait pas là une question d'activité des ferments. Dans le sol les ferments nitreux et nitrique agissent parallèlement, puisque l'on n'y trouve pas de nitrite : ils sont donc également actifs. Or il n'en est pas de même dans une solution d'un sel ammoniacal ensemencée avec de la terre: il faut un certain temps, plusieurs jours, pour que l'oxydation de l'ammoniaque commence; vraisemblablement le ferment nitreux s'adapte à ce milieu qui diffère de celui où il vivait précédemment par sa nature physique, par la présence d'une quantité relativement forte de sel ammoniacal, par l'absence de diverses substances. Lorsque la nitrosomonade commence son travail d'oxydation, la nitromonade est au repos absolu depuis qu'elle se trouve dans le liquide : elle n'est pas en état de commencer sa tâche puisqu'elle a été privée de nitrite. On conçoit donc qu'un certain temps doive s'écouler entre le moment où le nitrite apparaît et celui où s'effectue son oxydation, et que par suite une certaine quantité de ce corps s'accumule dans le liquide.

» Dès lors, en préparant un milieu contenant les deux espèces de ferments, mais où les ferments nitriques fussent très actifs, soit par leur nombre, soit par leur énergie individuelle, et en y introduisant un sel ammoniacal, on devait provoquer sa transformation directe en acide azotique. L'expérience a confirmé ces vues.

» Des solutions de nitrite de potasse avec carbonate de chaux et phosphate de potasse furent ensemencées avec une trace de terre; la transformation de 20^{mg} d'azote nitreux en azote nitrique exigea quinze jours. Une égale quantité de nitrite fut ajoutée au liquide et fut oxydée en quatre jours, puis en trois. Dans ce milieu, renfermant des bactéries diverses, mais où la nitromonade était particulièrement active, on introduisit 20^{mg} d'azote sous forme de sulfate d'ammoniaque; la réaction de l'ammoniaque s'affaiblit de jour en jour et disparut après deux semaines; à aucun moment on ne put déceler la présence d'acide azoteux, même à l'état de traces. Une nouvelle dose d'ammoniaque fut ensuite complètement oxydée en quatre jours, puis en trois et constamment sans formation intermédiaire de nitrite.

» Cette expérience fut répétée plusieurs fois et conduisit toujours au même résultat.

» On avait ainsi obtenu une nitrification semblable à celle qui a lieu généralement dans le sol, avec transformation directe de l'ammoniaque en acide azotique, et il est permis d'attribuer l'absence de nitrite dans la terre arable à l'égale activité des ferments nitreux et nitrique.

» Il faut ajouter qu'il existe dans le sol une autre cause de disparition rapide des nitrites. On admet que la matière organique de la terre ne passe pas directement à l'état d'acide azoteux, il est probable qu'elle doit d'abord être transformée en ammoniaque, et mes recherches sur l'oxydation des amines par les ferments du sol rendent cette hypothèse très plausible (¹). Cette ammonisation est plus difficile à accomplir que l'oxydation de l'ammoniaque, la production de ce corps est très lente; la formation de nitrite l'est donc également et le ferment nitrique peut alors aisément peroxyder cet acide azoteux à mesure qu'il se forme. Si l'on considère en outre que, dans un lot de terre en nitrification, la masse de ferments est incomparablement plus grande que celle que nous mettons en œuvre dans nos liquides, on comprend que le phénomène ne suive pas la même marche dans le laboratoire que dans la nature. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la fermentation du galactose* (²). Note de M. Dienert, présentée par M. Duclaux.

« M. Dubourg, dans sa dernière Note (*Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 440), étudiant la fermentation des saccharides, a fait voir que la fermentation d'un sucre pouvait n'être qu'une question d'acclimatation.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 253; 1898.

(²) Travail du laboratoire de fermentation de l'Institut agronomique.

» En étudiant la fermentation du galactose, j'ai trouvé des résultats du même ordre pour toutes les levures réputées comme très actives vis-à-vis du galactose.

» Prenons une de ces levures actives et cultivons-la sur le même milieu azoté (eau de touraillons par exemple), dans deux ballons différents, contenant l'un du saccharose [1] et l'autre du galactose. J'appellerai, pour simplifier, A, la levure du premier ballon et B, celle du deuxième.

» Après la fermentation, on décante le liquide, on lave deux fois la levure à l'eau distillée et stérilisée, puis on la porte dans des tubes contenant une solution de galactose à 10 pour 100.

» Avec la levure B, la fermentation est active au bout de trois à six heures de contact. Avec A, la fermentation n'est active qu'au bout de deux à quatre jours. Il y a un retard manifeste, et cependant ces levures avaient la même activité en présence du glucose.

» A et B, après avoir fait fermenter la solution de galactose à 10 pour 100, sont devenues identiques vis-à-vis du galactose. Mais B se distingue encore de A lorsqu'on les remet à nouveau en présence du glucose. On laisse la fermentation s'achever et l'on décante le liquide fermenté.

» On lave la levure et l'on trouve alors que B est toujours acclimatée au galactose, tandis que A, traitée de la même façon, ne s'acclimate au galactose que très difficilement, après cinq à sept jours.

» Mais on obtiendrait des résultats contraires si l'on ne se plaçait pas dans des conditions telles que le bourgeonnement soit réduit au minimum; c'est à quoi l'on arrive en employant une grande quantité de levure pour peu de sucre. Si l'on favorise le bourgeonnement, l'acclimatation de la levure au galactose est très rapide, et l'on trouve très peu de différence entre la levure venue sur un milieu avec du galactose et celle venue sur le même milieu azoté avec du saccharose.

» On peut encore gêner le bourgeonnement en ajoutant au liquide un peu de toluène. L'acclimatation de la levure au galactose se fait encore. La présence d'un peu de glucose favorise cette acclimatation.

» Certaines levures ne font pas fermenter le galactose si on les ensemence sur un milieu très azoté, même en présence de glucose : telle est le *S. Ludwigii*. Il faut, pour obtenir une légère fermentation, employer beaucoup de levure pour peu de sucre. La fermentation est toujours

---

(1) On obtient les mêmes résultats en remplaçant le saccharose par le glucose, le lévulose ou le maltose.

incomplète, mais on peut obtenir également une fermentation très incomplète du galactose en faisant fermenter ce sucre avec une grande quantité de levure réputée active vis-à-vis du galactose, si l'on ajoute 3 pour 100 d'acide malique ou un peu d'alcool. La levure, dans ce cas, ne doit pas être acclimatée au galactose, sinon la fermentation va jusqu'à la disparition complète du sucre.

» On peut tuer le *S. Ludwigii* sans tuer sa zymase, comme l'indique Buchner, et obtenir encore une fermentation incomplète mais légère du galactose.

» Comme on peut le voir, la fermentation du galactose demande, pour se faire, un ensemble de conditions qu'on ne retrouve pas dans le glucose. De cet ensemble de conditions, je viens d'en énumérer quelques-unes; j'espère bientôt en ajouter de nouvelles et d'aussi importantes, et approfondir le véritable mécanisme de la fermentation de ce sucre. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur la provenance des valves de Crustacés ostracodes fossiles tombées à Oullins, près de Lyon, le 24 septembre* 1898. Note de M. R. FOURTAU, présentée par M. Albert Gaudry.

« Dans la séance du 26 décembre 1898, M. le Dr Lortet a annoncé à l'Académie des Sciences une chute de Crustacés ostracodes fossiles, qu'il a observée à Oullins le 24 septembre dernier. Cette annonce est intéressante, mais je ne crois pas que les Ostracodes aient été enlevés par l'érosion atmosphérique, comme le suppose l'habile zoologiste de Lyon, aux couches crétacées qui affleurent aux environs du Caire et de l'oasis du Fayoum. Voici mes raisons :

» 1° Les couches crétacées n'affleurent en aucun point aux environs du Fayoum. Les explorations de MM. Schweinfurth, Ch. Mayer-Eymar et Blankenhorn ont démontré que les couches de cette région appartiennent à l'Éocène supérieur et parfois à l'Oligocène, et mes propres excursions ont confirmé cette opinion. Aux environs du Caire, la craie apparaît seulement au massif d'Abou-Roach, sur la lisière du désert lybique, à 6^{km} au nord-ouest des Pyramides de Ghizeh. Or, dans ce massif, décrit pour la première fois en 1887 par le professeur J. Walther, d'Iéna (1), mes nom-

(1) J. WALTHER, *L'apparition de la craie aux environs des Pyramides* (*Bull. Institut égyptien*, 2e série, n° 8; 1887).

breuses courses ne m'ont encore révélé aucune couche renfermant des Crustacés ostracodes, et Walther n'en signale pas non plus. En outre, la surface de ce massif se prête peu à la supposition du Dr Lortet, car la majeure partie des couches est cachée sous une épaisseur de 1^m à 3^m de sables quartzeux pléistocènes, et ce ne sont que les falaises escarpées du Gâa et du Darb el Fayoum qui pourraient être entamées par l'érosion : mais elles font face au sud, c'est-à-dire du côté où les vents ont eu le moins de prise, comme je vais le prouver.

» 2° Pour entamer sensiblement ces falaises, il eût fallu un fort vent du sud-est, qui est aussi le seul qui ait pu transporter d'Égypte en France les valves de *Cypridina* observées par le Dr Lortet. Or, du relevé des bulletins météorologiques journaliers de l'observatoire du Caire, il résulte que, du 30 août au 24 septembre 1898, le vent était constamment du nord avec une vitesse variant de $19^{km}, 820$ à $4^{km}, 900$ à l'heure. Ceci est conforme aux relevés de M. J. Barrois [1] qui a constaté, d'après les observations journalières de dix-huit années consécutives, qu'il y a généralement en Égypte prédominance des vents du nord pendant les mois d'été à l'exclusion absolue des vents du sud; ce qui est dû à l'appel d'air produit par la mousson dans l'océan Indien.

» 3° Pour terminer, je ferai observer que les seules couches qui, en Égypte, renferment des Crustacés ostracodes sont des couches tertiaires. L'une appartient à l'Éocène inférieur et a été signalée depuis longtemps à l'Académie des Sciences par d'Archiac et Delanoüe [2]. Une autre a été découverte, il y a à peine six mois, dans l'Ouady Moghara, à l'ouest de la vallée des lacs de Natron, par le Dr Max Blankenhorn et n'a pas encore été décrite par lui : elle appartient à une formation miocène d'eau douce. Or le genre *Cypridina,* auquel le Dr Lortet rapporte les valves tombées à Oullins, quoique abondant dans le Carbonifère, se rencontre aussi dans le Crétacé, mais il fait totalement défaut dans l'Éocène et le Miocène.

» De tout ce qui précède, nous devons donc conclure que les valves de Crustacés ostracodes tombées à Oullins le 24 septembre 1898 ne proviennent pas d'Égypte. »

---

(1) J. Barrois, *Notice sur le climat du Caire* (*Bull. Inst. égypt.,* 2e série, n° 10; 1889).

(2) D'Archiac et Delanoüe, *Sur la constitution géologique des environs de Thèbes* (*Comptes rendus,* t. LXVII, p. 101; 5 octobre 1868).

M. L. Mirinny adresse trois Planches servant de complément à sa précédente Note sur la nature et le nombre des racines des nombres et des équations algébriques.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 20 février 1899.

Des verres périscopiques et de leurs avantages pour les myopes, par le Dr F. Ostwalt, avec une préface par C.-M. Gariel. Paris, Georges Carré et C. Naud, 1899; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. d'Arsonval.)

L'Aéronaute, Bulletin mensuel illustré de la Société française de Navigation aérienne. 31e année. n° 8, août 1898. Paris; 1 fasc. in-8°.

Roscoe-Schorlemmer's ausführliches Lehrbuch der Chemie, von Jul.-Wilh. Bruhl. *Organische Chemie :* Bd. V, Theil III, bearbeitet in Gemeinschaft mit Edv. Hjelt und O. Aschan; Abtheil. II (Schluss des V. Bandes); Braunschweig, 1896; 1 vol. in-8°. Bd. VI, Theil IV, bearbeitet in Gemeinschaft mit Edv. Hjelt und O. Aschan; Braunschweig, 1898; 1 vol. in-8°.

Report of the commissioner of education for the year 1896-97. Vol. II, containing parts II and III. Washington, 1898; 1 vol. in-8°.

Publicationen des astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam, herausgegeben v. Director H.-C. Vogel. Dreizehnter Band. Potsdam, 1899; 1 vol. in-4°.

La fauna dei calcari con fusulina della valle dei Fiume Sosio, nella provincia di Palermo, per Gaetano Giorgio Gemmellaro. *Molluscoidea*. Fasc. IV, parte prima. Palermo, tip. Domenico Vena, 1898-99; 1 fasc. in-4°.

Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles. Série II, Tome II, 2e et 3e livraison. La Haye, Martinus Nijhoff, 1899; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Colmar. Nouvelle série, Tome IV, années 1897 et 1898. Colmar, Buchdr. Decker, 1898; 1 vol. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 27 FÉVRIER 1899.

Instructions nautiques sur les côtes de Corse, par MM. PH. HATT et F. BOUILLET. Paris, Imprimerie Nationale, 1898; 1 vol. in-8°.

Cours de Minéralogie, par A. DE LAPPARENT. Troisième édition revue et corrigée. Avec 619 gravures dans le texte et une Planche chromolithographiée. Paris, Masson et Cie, 1899; 1 vol. in-8°.

Faune de l'Allier, par ERNEST OLIVIER. I. *Vertébrés.* Moulins, H. Durond, 1898; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. A. Gaudry.)

L'audition et ses organes, par le Dr M.-E. GELLÉ. Paris, Félix Alcan, 1899. (Hommage de l'Auteur.)

Règle à calculs (modèle spécial), 62 problèmes pratiques et industriels, 122 figures, par A. BEGHIN. Paris, Baudry et Cie, 1899.

Origine et fin du monde. Théorie cosmogonique, méthode des projections, par E. SÉNÈS. Toulon, Vve Martel, s. d.; 1 fasc. in-12.

Bulletin de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse. Tome I, 1897-1898, nos 1-3. Toulouse, imp. Douladoure-Privat, 1898; 3 fasc. in-8°.

Histoire d'un groupe persistant de taches solaires, par A. MASCARI. Bruxelles, 1898; 1 fasc. in-8°.

Sulla frequenza e distribuzione in latitudine delle macchie solari, osservate nell' osservatorio di Catania nel 1897. Nota di A. MASCARI. Roma, 1898; 1 fasc. in-4°.

Protuberanze solari osservate nel regio osservatorio di Catania nel 1897. Nota di A. MASCARI. Roma, 1898; 1 fasc. in-4°.

Principali fenomeni eruttivi avvenuti in Sicilia e nelle isole adiacenti nel semestre gennaio-giugno 1898. Nota di S. ARCIDIACONO. In Modena, 1899; 1 fasc. in-4°.

Osservazioni di temperatura e del colore delle acque, fatte nell' Adriatico e nel Jonio. Nota di A. RICCO e di G. SAIJA. Roma, 1898; 1 fasc. in-4°.

Éphémérides des étoiles (W. DÖLLEN), pour la détermination de l'heure et de l'azimut, au moyen d'un instrument des passages portatif, établi dans le plan vertical de la Polaire pour 1899. Publication de la Société astronomique russe. Saint-Pétersbourg, 1898; 1 fasc. in-8°.

New York agricultural experiment station. Geneva, N. Y. Bulletins nos 146-149; 1898. Published by the station; 4 fasc. in-8°.

Jornal dos cegos. Redactor : BRANCO RODRIGUES. Vol. II, III, 1896-98,

e numero commemorativo do IV centenario do descobrimento da India, maio de 1898. Lisboa, 1896-98; 4 fasc. in-8°.

Annuaire statistique de la Belgique. Vingt-huitième année, 1897. Tome XXVIII. Bruxelles, J.-B. Stevens, 1898; in-8°.

ERRATA.

(Séance du 13 février 1899.)

Note de M. *Désiré Korda,* L'influence du magnétisme sur la conductibilité calorifique du fer :

Page 418, ligne 2 en remontant, *au lieu de* (165^{mm}), *lisez* (175^{mm}).

(Séance du 20 février 1899.)

Note de M. *Armand Gautier,* Dosage de l'oxyde de carbone :

Page 487, ligne 16, *au lieu de* dosage par l'anhydride, *lisez* dosage par l'anhydride iodique.



COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 MARS 1899,

PRÉSIDENCE DE M. VAN TIEGHEM.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur quelques particularités de la théorie des étoiles filantes. Possibilité de la répétition d'activité de certains points radiants. Existence des points radiants dits stationnaires.* Note de M. **O. Callandreau.**

« La théorie astronomique des étoiles filantes établie, par les travaux de H.-A. Newton, Schiaparelli, Le Verrier, E. Weiss, rencontre depuis quelques années certaines difficultés : les observations persévérantes de M. W.-F. Denning, de Bristol, paraissent, en effet, avoir mis en lumière certaines particularités des phénomènes que l'on n'a pas pu jusqu'ici concilier avec les notions théoriques adoptées. C'est ainsi que Tisserand fut amené à mettre en doute la réalité de l'existence de familles d'étoiles filantes divergeant d'un même point du ciel pendant une période pro-

longée, allant jusqu'à trois mois et plus, d'après l'opinion de M. Denning (*Comptes rendus*, t. CIX, p. 341).

» Un intéressant débat, soulevé le mois dernier à la Société royale astronomique de Londres, et auquel ont pris part les professeurs Turner, Herschel et le Dr J. Stoney, m'engage à présenter quelques remarques tendant à préciser les points en discussion.

» Je ne crois pas qu'on puisse mettre en doute le fait de la répétition d'activité de certains points radiants. Dès 1878, M. Denning (*Monthly Notices*, t. XXXVIII, p. 111; voir aussi, même Volume, p. 114) constate qu'il existe plus d'une période d'activité pour certains points radiants et que deux maxima sont séparés par un intervalle d'environ trois mois. Ce fait, signalé bien des fois depuis 1878, se retrouve avec un caractère d'évidence dans les relevés d'observations de M. Denning, publiés dans le numéro de février de la Revue *The Observatory* rendant compte des débats de la Société royale astronomique de Londres.

» Comment la Théorie peut-elle expliquer que des étoiles filantes donnent lieu à un même point radiant à trois mois d'intervalle?

» Servons-nous, pour répondre à cette question, de la relation publiée dans les *Comptes rendus* de la séance du 18 juin 1891, donnant la condition nécessaire (déduite du criterium de Tisserand appliqué aux étoiles filantes) pour que les divers points radiants qui se manifestent appartiennent *à une même famille*

$$\begin{aligned}\left\{\left(1+\frac{2}{a'^{\frac{3}{2}}}-J\right)\left[\sin^2 B+\cos^2 B\sin^2(L-\odot)\right]+1-p\right\}& \\ -4\cos^2 B\sin^2(L-\odot)& \\ \times\left[\left(1-\frac{1}{a'^{\frac{3}{2}}}\right)(1-p)+\left(1+\frac{2}{a'^{\frac{3}{2}}}-J\right)\right]& \\ \times\left\{1-\left(1-\frac{1}{a'^{\frac{3}{2}}}\right)\left[\sin^2 B+\cos^2 B\sin^2(L-\odot)\right]\right\}&=0;\end{aligned}$$

L et B désignent la longitude et la latitude du point radiant;

$\odot$ la longitude du Soleil;

a' est la distance moyenne de la planète à laquelle on attribue la dissolution de la comète *mère* des étoiles filantes;

J est la combinaison invariante $\frac{1}{a}+\frac{2}{a'}\sqrt{\frac{p}{a'}}\cos i$ qui figure dans le criterium de Tisserand;

a, p et i sont le demi grand axe, le demi-paramètre et l'inclinaison de l'orbite du groupe d'étoiles filantes ayant le point radiant de cordonnées L et B.

» Si l'on exprime que l'équation de condition ci-dessus est vérifiée quand la longitude ⊙ du Soleil a augmenté de 90°, on arrive facilement à la condition suivante, indépendante de L :

$$\left(1+\frac{2}{a'^{\frac{3}{2}}}-J\right)\left[\left(1+\frac{2}{a'^{\frac{3}{2}}}-J\right)(2\sin^2 B+\cos^2 B)+2(1-p)\right] \\ -4\left[\left(1-\frac{1}{a'^{\frac{3}{2}}}\right)(1-p)+\left(1+\frac{2}{a'^{\frac{3}{2}}}-J\right)\right]\frac{1}{a'^{\frac{3}{2}}}=0.$$

» Si cette condition est remplie, il pourra y avoir répétition d'activité. On peut conclure que, en général, parmi les différentes valeurs de B répondant à une valeur de J, caractérisant la famille d'étoiles filantes, il en existe de telles qu'à un flux de météores peut être associé un autre flux de la même famille susceptible de se manifester au même point radiant après un intervalle de trois mois.

» De là, pour certains points de la sphère céleste, la possibilité d'une activité particulière en ce qui concerne la radiation des étoiles filantes. Comme la période d'activité d'un point radiant a toujours une certaine durée, l'observateur peut avoir une tendance, s'il force le sens des phénomènes, à pencher pour l'interprétation d'une activité continue du point radiant.

» J'arrive aux radiants dits *stationnaires*, sur lesquels M. Denning a appelé l'attention bien souvent depuis une quinzaine d'années et qui semblent encore une énigme. M. Young s'exprime comme il suit dans son Ouvrage *General Astronomy* (édition de 1898) : « M. Denning aurait découvert des cas nombreux dans lesquels un point radiant présenterait une activité prolongée sans changer de position dans le ciel; il cite comme type les Orionides, dont le radiant, actif du 10 au 24 octobre, se maintient tout le temps près de ν Orion. Aucune explication satisfaisante d'une telle fixité n'a encore été donnée, et bien que M. Denning soit tout à fait convaincu de la réalité de sa découverte, et bien qu'elle soit généralement acceptée comme un fait, quelques savants éminents, Tisserand par exemple, la mettent cependant en doute ... »

» Si l'on rapproche les formules suivantes, qui servent à définir la position du point radiant, d'après le point de rencontre (x, y) des météores

avec la Terre et les composantes de la vitesse absolue $\left(\frac{dx}{dt}, \frac{dy}{dt}, \frac{dz}{dt}\right)$,

$$(1)\qquad \begin{cases} -g\cos B\cos L = \dfrac{dx}{dt} + k\dfrac{y}{r}, \\ -g\cos B\sin L = \dfrac{dy}{dt} - k\dfrac{x}{r}, \\ -g\sin B \qquad\;\; = \dfrac{dz}{dt}, \end{cases}$$

où g désigne la vitesse relative des météores, des intégrales du mouvement elliptique connues sous le nom d'*intégrales de Laplace*, lesquelles s'interprètent en disant que $(C = k\sqrt{p})$

$$\begin{aligned} &\frac{dx}{dt} - \frac{k^2}{C}\cos i\,\frac{y}{r}, \\ &\frac{dy}{dt} + \frac{k^2}{C}\cos i\,\frac{x}{r}, \\ &\frac{dz}{dt} + \frac{k^2}{C}\sin i, \end{aligned}$$

sont les projections sur les trois axes de coordonnées d'un segment de longueur $\frac{k^2}{C}e$ dirigé dans le plan de l'orbite perpendiculairement au grand axe, il est clair que si $-\frac{k^2}{C}\cos i$ diffère peu de k ou $-\cos i$ de $\sqrt{p}$, les deux premières équations (1) montrent que la longitude L du point radiant dépend uniquement de l'orientation du segment considéré indépendamment des valeurs des éléments du mouvement elliptique, pourvu que la condition $\cos i = -\sqrt{p}$ se maintienne.

» Cette condition se trouve remplie par les Orionides, car le Catalogue dû à M. Kleiber donne pour les éléments paraboliques des Orionides les valeurs moyennes $i = 162^\circ$, $q = \frac{p}{1+e} = 0,5$; on voit, de plus, que $-\cos i$ varie dans le même sens que q.

» Les faits bien connus aujourd'hui des astronomes, concernant l'existence de familles de comètes (1843I, 1880I, 1882II, 1887I) susceptibles d'être désagrégées par l'action du Soleil à cause de leurs petites distances périhélies, avec des grands axes dirigés suivant la même droite, nous offrent un exemple de faisceaux d'orbites pouvant remplir les conditions théoriques ci-dessus indiquées.

» Les Orionides ne donnent qu'une idée restreinte du phénomène

constaté par M. Denning depuis une quinzaine d'années : il consiste en ce que les trajectoires des météores portées sur une Carte se coupent, dans le cas d'un point radiant stationnaire, en un point qui ne bouge pas pendant plusieurs mois et peut-être l'année entière, et, chose à noter, avec d'autant plus de netteté que les observations sont plus précises. Peu importe qu'il s'agisse là de courants ordinairement très faibles.

» Quelles conséquences tirer de ce fait supposé bien constaté par les observations? Évidemment il y a lieu d'abord d'élargir beaucoup la notion de courant météorique puisque, d'après les valeurs des éléments paraboliques pour les essaims considérés, une même famille de météores comprendrait des orbites de sens direct et rétrograde avec des distances périhélies variant dans de larges limites.

» Mais il suffit de jeter les yeux sur le Tableau, donné par Le Verrier, des éléments des trajectoires possibles de la comète de Lexell autour de Jupiter pour rencontrer une telle variété d'éléments; de sorte que cette variété n'exclut pas une origine commune.

» Cela posé, il résulte des équations (1) que les projections, sur un plan perpendiculaire à la direction constante du radiant, de la vitesse du météore qui rencontre la Terre et de la vitesse de celle-ci sont les mêmes. Les faits s'interprètent de la manière la plus simple en admettant que des matériaux circulant dans l'orbite de la Terre et contribuant à la formation de la planète, suivant la théorie de Laplace, ont été projetés dans une même direction, par exemple comme l'indique le professeur Herschel (*The Observatory*, numéro de février 1899) à la suite du choc de masses arrivant des régions stellaires avec de grandes vitesses : circonstances que nous voyons se produire souvent, sur une petite échelle il est vrai, avec les bolides à vitesse hyperbolique ([1]).

» On remarquera le lien de ces idées avec l'hypothèse de Lagrange invoquée autrefois par M. Faye (*Comptes rendus*, t. CVI, p. 1703) et plus récemment par M. Tisserand (*Bulletin astronomique*, t. VII, p. 453), pour rendre compte des phénomènes des étoiles filantes et des aérolithes. M. Schulhof a publié sur le même sujet des remarques intéressantes (*Bulletin astronomique*, t. XV, p. 355 et suiv.). »

([1]) Le professeur G. von Niessl, de Brünn, s'est particulièrement occupé de cette classe de bolides.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Géographie et Navigation, en remplacement de Sir *George-Henry Richards*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 49,

M. Helmert obtient	39	suffrages,
M. Davidson.	7	»
M. Schweinfurth.	1	»
Sir William Wharton.	1	»

Il y a un bulletin blanc.

M. **Helmert**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions chargées de juger les concours de 1899.

Le dépouillement des scrutins donne les résultats suivants :

Prix Gegner. — MM. Joseph Bertrand, Berthelot, Mascart, Darboux, Hermite.

Prix Petit d'Ormoy (*Sciences mathématiques*). — MM. Darboux, Poincaré, Picard, Jordan, Hermite.

Prix Petit d'Ormoy (*Sciences naturelles*). — MM. Milne-Edwards, Van Tieghem, Bornet, Perrier, Blanchard.

Prix Tchihatchef. — MM. Milne-Edwards, Grandidier, Bouquet de la Grye, Guyou, Marcel Bertrand.

Prix Cahours. — MM. Moissan, Troost, Friedel, Berthelot, Gautier.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Ernst Fahrig** adresse, de Philadelphie, une Note sur l'aluminium industriel et quelques-unes de ses propriétés.

(Commissaires : MM. Troost, Schlœsing, Ditte.)

CORRESPONDANCE.

M. **Lortet**, nommé Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, la 6e année (1898) de l'*Aérophile,* Revue mensuelle de l'Aéronautique et des Sciences qui s'y rattachent.

ASTRONOMIE. — *Mesure interférentielle des diamètres des satellites de Jupiter et de Vesta, effectuée au grand équatorial coudé de l'Observatoire de Paris.* Note de M. **Maurice Hamy**, présentée par M. Lœwy.

« La méthode indiquée par Fizeau, pour mesurer les petits diamètres, consiste à couvrir l'objectif d'une lunette d'un écran dans lequel sont pratiquées deux fentes parallèles et à déterminer expérimentalement l'écartement que doivent avoir ces ouvertures pour que les franges, localisées dans le plan focal, s'évanouissent. Lorsque la largeur a des fentes, supposées rectangulaires, est une fraction importante de la distance l de leurs centres, au moment où survient la disparition des franges, la relation qui fournit le diamètre ε est, comme je l'ai établi récemment (1),

$$(1) \qquad l\varepsilon = 126'',1 + 96'',5\left(\frac{a}{l}\right)^2,$$

en négligeant, dans le second membre, des termes contenant $\left(\frac{a}{l}\right)^4$ en facteur; l étant d'ailleurs exprimé en millimètres et ε en secondes d'arc.

» Je me propose, dans la présente Communication, de résumer les résultats obtenus à l'Observatoire de Paris, au grand équatorial coudé, pendant l'été 1898, en appliquant cette méthode aux satellites de Jupiter et à la planète Vesta.

» Le mode d'observation était le suivant. Des écrans en carton, découpés de manière à produire l'évanouissement des franges pour des sources lumineuses de diamètres décroissant de dixième en dixième de seconde

(1) *Comptes rendus,* t. CXXVII, p. 851; 1898.

d'arc, étaient placés, par un aide, successivement devant l'objectif. Ces diamètres, calculés une fois pour toutes par la formule (1), étaient inscrits sur les écrans, tous construits de telle sorte que la largeur des fentes ait pour valeur le tiers de la distance de leurs centres. Lorsque la disparition des franges survenait pour un astre, on lisait, sur le dernier écran employé, la valeur de son diamètre. Cependant, lorsque les franges produites par l'avant-dernier écran ne subsistaient plus qu'à l'état de traces, on adoptait comme valeur du diamètre la moyenne des nombres inscrits sur les deux derniers écrans employés. Les résultats ainsi obtenus, ramenés à la distance des astres à la Terre le 1er juin, sont les suivants :

Dates 1898.	Diamètre des satellites de Jupiter. I.	II.	III.	IV.
Juin 3....	»	1",15	»	»
5....	1,01	0,91	1,31	1,31
7....	1,02	0,92	1,22	1,33
15....	»	0,94	»	»
16....	0,94	0,83	1,30	1,30
17....	»	»	1,36	»
20....	0,95	0,85	1,27	1,27
21....	0,95	0,85	1,27	1,27

Dates 1898.	Diamètre de Vesta.
Juin 5....	0",52
7....	0,47
11....	0,42
15....	0,44
17....	0,44
20....	0,45
21....	0,45
Juillet 7....	0,62

» Pour discuter ces nombres il convient de faire la part des erreurs provenant des agitations de l'atmosphère, dont l'influence troublante est si considérable, certains jours, que les franges cessent de se manifester, même pour les étoiles, dont le diamètre est insensible.

» L'expérience montre que les franges produites par l'écran précédant immédiatement celui qui amène la disparition complète du phénomène d'interférence sont nettement distinctes, si l'image possède un éclat suffisant, en sorte que leur existence ne peut donner lieu à aucune incertitude. On doit en conclure que les différences égales ou supérieures à 0",1, entre les observations isolées, ne proviennent pas d'une appréciation défectueuse de l'évanouissement des franges. Ces différences sont le fait des ondulations atmosphériques qui déforment les ondes lumineuses pendant le trajet qu'elles accomplissent avant d'arriver à l'observateur.

» Les perturbations qui surviennent dans la propagation des ondes provoquent prématurément la disparition des franges. Elles influent donc sur les déterminations, en produisant un accroissement apparent des diamètres.

» Ces considérations m'ont conduit à regarder comme trop forts et à supprimer, pour chaque astre, les nombres qui dépassent les plus petits de 0″,1 au moins. J'ai pris la moyenne des nombres conservés pour conclure les diamètres. Ces éléments, ramenés à la distance 5 pour Jupiter et à la distance 1 pour Vesta, sont :

	I.	II.	III.	IV.		
Diamètre des satellites de Jupiter à la distance 5.	0″,98	0″,87	1″,28	1″,31	Diamètre de Vesta à la distance 1....	0″,54.

» L'observation des franges relatives au IVe satellite de Jupiter a toujours été difficile à cause du faible éclat de cet astre. Le nombre obtenu pour ce satellite est en conséquence un peu incertain et dépasse vraisemblablement le diamètre exact.

» L'application de la méthode de Fizeau aux satellites de Jupiter a déjà été faite, en août 1891, par M. Michelson ([1]), en employant des fentes étroites. On a vainement cherché à reproduire ces observations à Paris. Le défaut de lumière a toujours empêché de discerner les franges avec certitude. M. Michelson a trouvé les nombres

	I.	II.	III.	IV.
Diamètres des satellites de Jupiter à la distance 5...	1″,02	0″,94	1″,37	1″,31

un peu supérieurs, pour les trois premiers satellites, aux résultats obtenus au grand équatorial coudé, avec des fentes larges. Le faible éclat des images, dans les expériences de M. Michelson, est peut-être la cause principale des différences, car l'œil cesse de discerner des franges peu éclairées lorsque leur netteté éprouve de trop fortes altérations. L'appréciation de l'évanouissement des franges, dans les expériences qui nous occupent, a donc pu se faire prématurément, ce qui conduit à des valeurs trop fortes des diamètres.

» Le nombre obtenu pour Vesta confirme entièrement les mesures micrométriques de M. Barnard (0″,54); néanmoins, cet accord est peut-être purement fortuit. Il est possible que le diamètre véritable de Vesta soit un peu inférieur au nombre trouvé, parce que les images ont été sans cesse agitées, pendant toute la période d'observation, au point que l'on n'a jamais pu soupçonner le disque de Vesta, en démasquant l'objectif. Il n'est donc pas dit que des observations faites dans des conditions meilleures ne doivent pas conduire à un nombre un peu moindre.

([1]) *Nature*, t. XLV; 1891.

» Quoi qu'il en soit, le fait que le procédé de la disparition des franges a fourni un résultat qu'il eût été impossible d'obtenir par des mesures micrométriques, dans les conditions de l'expérience, est digne de remarque. En opérant dans des circonstances favorables et en faisant usage d'écrans intermédiaires à ceux qui ont servi dans les recherches actuelles, afin d'augmenter la précision des mesures isolées, on peut affirmer que la méthode que nous venons de développer fournira de très bonnes valeurs des diamètres.

» Le calcul fait prévoir que des franges assez confuses doivent reparaître, pour disparaître ensuite, lorsque, en faisant croître l'écartement des fentes, on dépasse suffisamment la distance qui correspond à leur premier évanouissement. J'ai nettement constaté, le 20 juin, cette réapparition sur le troisième satellite de Jupiter. Ce second système de franges est beaucoup trop diffus pour être utilisé dans la pratique; il y avait néanmoins intérêt, au point de vue théorique, à en constater l'existence. »

ASTRONOMIE. — *Détermination absolue des directions à 45° de l'horizon. Application à la mesure des latitudes.* Note de MM. **J. Perchot** et **W. Ebert**, présentée par M. Lœwy.

« Dans les mesures de latitudes absolues, on a dû, jusqu'ici, prendre comme origine fixe la direction de la verticale et l'on a, généralement, déterminé à cet effet la lecture du cercle qui correspondait au nadir. Ce point est malheureusement très éloigné de la région du ciel dans laquelle on observe, sa distance angulaire aux étoiles est supérieure à 90° et, pour des positions si éloignées de la lunette, les différences des lectures du cercle ne correspondent pas, à cause des imperfections de l'instrument, aux déplacements exacts de la ligne de visée.

» Nous avons montré précédemment (*Comptes rendus*, 13 décembre 1897) que l'on pouvait obvier, en partie, à cet inconvénient, en substituant le zénith au nadir.

» Nous nous proposons, dans la présente Note, de donner le principe d'un instrument qui permet d'obtenir les lectures d'un cercle méridien correspondant aux directions inclinées de 45° sur l'horizon, et, par conséquent, de déterminer 4 nouveaux points de repère à des hauteurs nord ou sud de $\pm 45°$.

» On comprend aisément leur importance pour l'étude du cercle et de

la mesure des flexions. Mais c'est principalement dans la recherche des latitudes absolues qu'il sera avantageux d'utiliser celui de ces points dont la hauteur boréale est de 45° et qui, par conséquent, est voisin du pôle, pour la plupart des observatoires d'Europe. En le prenant comme origine dans ces mesures, on éliminera sensiblement les corrections des flexions.

» Nous nous appuyons sur ce fait qu'un plan fixé à un corps flottant sur un liquide forme un angle constant avec la verticale, quand on fait tourner le flotteur sur lui-même. Ce principe a déjà reçu plusieurs applications. M. Deichmüller l'a utilisé dans son miroir zénithal et dans une disposition instrumentale ayant pour objet de déterminer les lectures du cercle qui correspondent aux positions horizontales de la lunette. M. Chandler a, lui aussi, construit un instrument « l'almucantar », fondé sur ce principe.

» Imaginons un miroir plan qui soit invariablement lié à un flotteur circulaire porté par une cuvette annulaire et qui fasse, avec la verticale, un angle de $45 + x$, x étant une petite quantité due à l'imperfection du réglage.

» Nous déterminons d'abord x.

» A cet effet, nous dirigeons la lunette vers l'une des mires dont nous supposons que l'instrument est pourvu et que nous pourrions, d'ailleurs, remplacer par un collimateur horizontal; nous fixons l'image de cette mire sur le fil en déclinaison du micromètre; nous éclairons ce dernier et obtenons ainsi deux faisceaux de rayons parallèles, directement opposés et faisant, avec la verticale, les angles inconnus D et $180 - D$. Nous amenons ensuite la cuvette et son flotteur entre la lunette et la mire, à une hauteur telle que ce miroir intercepte et réfléchisse successivement les deux faisceaux précédents quand on fait tourner le flotteur de 180° sur lui-même. Nous recevons les deux faisceaux ainsi réfléchis, par les deux positions du miroir, dans un même collimateur placé verticalement au-dessous du flotteur et nous mesurons l'angle α qu'ils forment entre eux. Il est aisé de voir que l'on a

$$x = \frac{\alpha}{4}.$$

» Une erreur commise sur α n'entre dans x qu'avec le quart de sa valeur : nous serons donc assurés d'une bonne détermination de x, pourvu que nous prenions les précautions habituelles à ce genre de mesures.

» Connaissant l'angle x, nous élevons la cuvette et son flotteur à une hauteur telle que le miroir rencontre l'axe optique de la lunette inclinée approximativement de 45° au-dessus de l'horizon. Nous établissons la coïn-

cidence des deux images, du fil horizontal du micromètre, qui sont produites, l'une, directement par l'oculaire, l'autre, par réflexion sur le miroir. Nous faisons ainsi une opération analogue à la détermination ordinaire du nadir avec le bain de mercure.

» Si l est la lecture du cercle pour laquelle l'axe optique est ainsi perpendiculaire à la surface du miroir, $l-x$ sera celle qui correspond à la ligne de 45, et nous l'aurons avec le même degré de précision que la lecture du cercle que l'on obtient pour le nadir, par les procédés ordinaires.

» En identifiant les flexions à 45° et au pôle, ce qui est permis à l'Observatoire de Paris, puisque sa latitude est environ 48°50', et en désignant par P la collimation polaire, c'est-à-dire la distance angulaire du pôle instrumental au pôle vrai, par $\mathcal{L}$ la lecture du cercle à 45° de hauteur boréale, la latitude vraie, φ, sera donnée par la formule

$$\varphi = 405^\circ - \mathcal{L} + \mathrm{P}. \text{ »}$$

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur les problèmes fondamentaux de la Physique mathématique.* Note de M. **W. Stekloff**, présentée par M. Poincaré.

« Dans un Mémoire récent : *Sur certaines questions qui se rattachent au problème de Dirichlet* (*Journ. de Math.*, n° 3, 1897), M. Liapounoff a démontré que la méthode connue de M. Robin nous donne toujours la solution du problème de la distribution électrostatique, si le principe de Neumann est applicable à la surface du conducteur, assujettie à certaines conditions assez générales. Tout se ramène, par conséquent, à l'extension de ce principe au cas, quand la surface donnée n'est pas convexe.

» Ce problème fut traité par M. Poincaré (*Acta mathem.*, t. XX), qui a établi que la méthode de Neumann est applicable à toutes les surfaces, admettant une certaine transformation, que nous appellerons *transformation de M. Poincaré;* mais la démonstration exige quelques suppositions préliminaires, qu'on ne peut regarder comme démontrées rigoureusement. Elle est fondée sur le principe de Dirichlet et pour que certaines intégrales, employées par M. Poincaré, aient un sens, il faut rigoureusement parlant, supposer d'un côté l'existence des dérivées normales des fonctions harmoniques, satisfaisant aux conditions du problème de Dirichlet, d'autre côté l'existence des dérivées normales du potentiel de double couche, ce qui n'est pas admissible en général.

» En étudiant les diverses méthodes, proposées dans les recherches remarquables de M. Poincaré, M. Liapounoff, M. Le Roy, etc., parues en ces derniers temps, j'ai réussi à les perfectionner et, en les combinant convenablement, à résoudre les problèmes fondamentaux de la Physique mathématique d'une façon simple et rigoureuse, *sans aucune supposition douteuse* et *sans supposer connu le principe de Dirichlet*.

» Je crois qu'il n'est pas inutile de publier mes pensées sur ce sujet. Soit ν un potentiel de la simple couche de masse totale nulle, répandue à la surface fermée (S), ayant partout un plan tangent et la courbure finie et déterminée.

» Désignons par A l'intégrale $\int\sum\left(\frac{\partial\nu}{\partial x}\right)^2 d\tau$, étendue à tous les éléments de volume $d\tau$ du domaine intérieur à (S), par B l'intégrale $\int\sum\left(\frac{\partial\nu}{\partial x}\right)^2 d\tau'$, étendue à tous les éléments de volume $d\tau'$ du domaine extérieur à (S). Nous considérons seulement les surfaces pour lesquelles ces intégrales ont un sens déterminé et a lieu le théorème suivant :

» *Le rapport* $\frac{A}{B}$ *a une limite supérieure finie et une limite inférieure différente de zéro*. J'appellerai ce théorème *théorème fondamental*.

» D'après les recherches ingénieuses de M. Poincaré, on sait que ce théorème a lieu si la surface (S) admet la transformation de M. Poincaré, et, *pour le démontrer d'une façon rigoureuse, il n'est pas nécessaire de supposer connu le principe de Dirichlet*. Il est plus que probable que ce théorème est vrai dans les cas beaucoup plus généraux.

» Soit W une fonction finie et continue dans tout l'espace, ayant les dérivées du premier ordre et satisfaisant à la condition

$$\lim_{R=\infty} RW < K,$$

où K est un nombre assignable, R est la distance des points x, y, z à l'origine des coordonnées. On peut démontrer sans peine le lemme suivant :

» *Le rapport*

$$\frac{\int\sum\left(\frac{\partial W}{\partial x}\right)^2 d\tau + \int\sum\left(\frac{\partial W}{\partial x}\right)^2 d\tau'}{\int W^2 ds},$$

où ds désigne l'élément de la surface (S), *est toujours plus grand qu'un nombre* Q *fini, différent de zéro, ne dépendant que de la configuration de la surface* (S).

» Cela posé, désignons par n la direction de la normale extérieure à (S) et par $\frac{\partial f}{\partial n}$ la valeur de l'expression

$$\frac{\partial f}{\partial x}\cos(n, x) + \frac{\partial f}{\partial y}\cos(n, y) + \frac{\partial f}{\partial z}\cos(n, z)$$

aux points de la surface (S). Formons, comme dans ma Note : « Le problème de la distribution de l'électricité, etc. » (*Comptes rendus*, 13 déc. 1897), la suite d'intégrales

$$(1)\quad V_1 = -\frac{1}{2\pi}\int \rho_0 \frac{1}{r}\,ds, \qquad V_k = -\frac{1}{2\pi}\int \rho_{k-1}\frac{1}{r}\,ds, \qquad \rho_{k-1} = \frac{\partial V_{k-1}}{\partial n}$$
$$(k = 2, 3, \ldots),$$

où ρ_0 est une fonction donnée, satisfaisant à la condition $\int \rho_0\,ds = 0$, r désigne la distance du point x, y, z à ce point variable ξ, η, ζ de la surface (S). Désignons par ψ l'angle de la droite r avec la normale intérieure au point x, y, z à la surface (S), par φ l'angle de la même droite avec la normale n au point variable ξ, η, ζ. Nous aurons, comme dans ma Note mentionnée tout à l'heure,

$$(2)\qquad \rho_k = \frac{1}{2\pi}\int \rho_{k-1}\frac{\cos\psi}{r^2}\,ds,$$

$$(3)\qquad V_k = \frac{1}{2\pi}\int V_{k-1}\frac{\cos\varphi}{r^2}\,ds,$$

en tous les points de (S). Désignons par J_k et J'_k les intégrales A et B pour la fonction V_k. D'après le lemme précédent on a

$$\int V_k^2\,ds < Q(J_x + J'_k).$$

» D'autre part, en tenant compte des égalités (1), (2) et (3) et du théorème fondamental, nous démontrerons l'inégalité suivante

$$J_k + J_k < N\lambda^k,$$

où N est un nombre fini et positif, λ est un nombre plus petit que l'unité (voir H. Poincaré, *Acta mathematica*, t. XX, p. 95, 96). Par conséquent,

$$\int V_k^2\,ds < M\lambda^k, \qquad M = NQ,$$

et, comme dans le Mémoire cité de M. Poincaré,

$$|V_k| < K^{\lambda-1},$$

k étant un nombre fini et positif. A l'aide de cette inégalité nous démontrerons ensuite par la méthode de M. Liapounoff, indiquée dans son Mémoire déjà cité, que *la série* $\sum_{k=0}^{\infty} \rho_k$ *converge absolument et uniformément sur* (S) (sous certaines conditions assez générales par rapport à ρ_0). En supposant enfin que ρ_0 est toujours positif sur (S), nous démontrerons, comme à la fin de ma Note déjà citée (*Comptes rendus*, 13 déc. 1897), que $\rho = \lim \rho_k$ *est la densité d'une couche superficielle sans action sur un point intérieur.*

» Nous pouvons donc considérer comme démontrée en toute rigueur la proposition suivante : *La méthode de M. Robin résout le problème de Neumann et celui de la distribution électrostatique pour toute surface* (S), *pourvu que le théorème fondamental lui soit applicable.*

» Il me reste encore à considérer le problème de Dirichlet, les fonctions fondamentales de M. Poincaré (Ed. Le Roy), la méthode de Neumann, etc.; c'est ce que je ferai, si l'Académie me le permet, dans une Note prochaine. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le prolongement analytique.* Note de M. **E. Goursat**, présentée par M. Picard.

« Une Note récente de M. Picard sur le prolongement analytique (*Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 193) m'a conduit à examiner la question suivante. Soit $F(z, z')$ une fonction analytique des deux variables complexes z, z', représentée par un développement

$$F(z, z') = \Sigma A_{mn}(z-a)^m z'^n, \tag{1}$$

ordonné suivant les puissances positives de $z-a$ et de z', et convergent à l'intérieur du domaine défini par les inégalités

$$|z-a| \leqq r, \quad |z'| \leqq \rho,$$

r et ρ étant deux nombres positifs déterminés. Quand on fait dans ce développement $z' = 0$, on obtient une fonction $\varphi(z)$ de la seule variable z qui est évidemment holomorphe dans le cercle de rayon r décrit du point $z = a$ comme centre. Supposons maintenant que les variables z et z' cheminent simultanément dans leurs plans respectifs, la variable z le long d'un arc de courbe AB partant du point $z = a$ et aboutissant au point $z = b$, et

la variable z' le long d'une courbe fermée partant de l'origine et y revenant, et cela de telle façon que l'on puisse poursuivre le prolongement analytique de $F(z, z')$ sans être arrêté. On obtiendra à la fin un nouveau développement

$$\Sigma B_{mn}(z-b)^m z'^n,$$

convergent dans un certain domaine défini par les inégalités

$$|z-b| \leqq r', \quad |z'| \leqq \rho',$$

et qui se réduira, pour $z'=0$, à une fonction $\psi(z)$ de la seule variable z, holomorphe dans le voisinage du point $z=b$. On peut se demander s'il existe quelque relation entre les fonctions $\varphi(z)$ et $\psi(z)$, ou, en d'autres termes, si, la fonction $\varphi(z)$ étant donnée, on peut choisir $\psi(z)$ arbitrairement. Il est à peu près évident qu'il en est ainsi lorsque les domaines d'existence des fonctions $\varphi(z)$ et $\psi(z)$ ont une partie commune, mais, lorsque ces domaines d'existence n'ont aucune partie commune, la réponse ne paraît pas aussi immédiate. Un exemple très simple, qu'il serait bien facile de généraliser, prouve que, dans ce cas encore, les fonctions $\varphi(z)$ et $\psi(z)$ peuvent être quelconques.

» Soient

$$\varphi(z) = \sum_{n=1}^{+\infty} a_n z^n$$

une série convergente pour $|z| < 1$, et

$$\psi(z) = \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{b_n}{z^n}$$

une autre série convergente pour $|z| > 1$. Nous ne supposons rien sur l'existence de la fonction $\varphi(z)$ en dehors du cercle C de rayon *un* décrit de l'origine comme centre, ni sur l'existence de $\psi(z)$ à l'intérieur de ce cercle. Posons, z' étant une nouvelle variable complexe,

$$(2) \qquad F(z, z') = \sum_{n=1}^{+\infty} a_n z^n \left(\frac{1+\sqrt{1-z'}}{2}\right)^n + \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{b_n}{z^n} \left(\frac{1-\sqrt{1-z'}}{2}\right)^n.$$

» Soit Ω une région du plan des z à contour simple ne renfermant pas l'origine, et Ω' une région du plan des z' à contour simple ne renfermant pas le point $z'=1$. Si, pour tout point z pris dans la région Ω et tout

point z' de la région Ω', on a les inégalités

$$(3)\qquad \left\{ \begin{aligned} &|z| \left| \frac{1+\sqrt{1-z'}}{2} \right| < l, \\ &\frac{1}{|z|} \left| \frac{1-\sqrt{1-z'}}{2} \right| < l, \end{aligned} \right.$$

l désignant un nombre positif inférieur à l'unité, la formule (2) définit une fonction $F(z, z')$ holomorphe à l'intérieur des aires Ω, Ω'. Des inégalités (3) on tire la nouvelle condition

$$(4)\qquad |z'| < 4l^2;$$

si cette inégalité est satisfaite, les formules (3) donnent pour $|z|$ des conditions compatibles.

» Cela posé, soient $z = a$ un point intérieur au cercle C, et $z = b$ un point extérieur au cercle C, joignons-les par un arc de courbe AB. Soit, d'autre part, γ le cercle de rayon un décrit du point $z' = 1$ comme centre. On peut faire cheminer simultanément la variable z sur l'arc AB et la variable z' sur le cercle γ, de telle façon que les conditions (3) soient constamment vérifiées, car le module de z' ne dépasse pas 2 le long de γ. Si l'on prend $+1$ pour valeur initiale du radical $\sqrt{1-z'}$, la fonction $F(z, z')$ se réduit à $\varphi(z)$ pour $z' = 0$; après que z' a décrit le cercle γ, on revient à l'origine avec la valeur -1 pour ce radical. Quand la variable z sera arrivée au point $z = b$, et la variable z' revenue à l'origine, on obtiendra donc la fonction $\psi(z)$.

» La démonstration est à peu près la même, quelles que soient les régions de convergence des séries $\varphi(z)$ et $\psi(z)$. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une extension du calcul des substitutions linéaires.* Note de M. **Cyparissos Stéphanos**, présentée par M. Jordan.

« A côté de la composition ordinaire des formes bilinéaires, correspondant à la composition des substitutions linéaires, il convient de considérer deux autres opérations, qu'on peut désigner sous les noms de *composition bialternée* et de *conjonction* des formes bilinéaires.

» Ces opérations jouissent de plusieurs propriétés remarquables dont

nous indiquerons quelques-unes dans la présente Note ([1]), après avoir rappelé la signification de certaines notations adoptées dans le calcul des substitutions linéaires.

» 1. Par la composition ordinaire des formes bilinéaires, considérée d'abord par M. Frobenius ([2]), en partant des deux formes

$$A_1 = \Sigma a'_{ij} x_i u_j, \qquad A_2 = \Sigma a''_{ij} x_i u_j \qquad (i, j = 1, 2, \ldots, m),$$

on obtient comme résultat la forme

$$A_1 A_2 = \sum \frac{\partial A_1}{\partial u_g} \frac{\partial A_2}{\partial x_g} = \Sigma a'_{ig} a'_{gj} x_i u_j \qquad (g, i, j = 1, 2, \ldots, m).$$

De même, en posant $A = \Sigma_{ij} x_i u_j$, $E = \Sigma x_i u_i$, on a $AE = EA = A$. Dans cette théorie, on considère aussi les formes $A^2 = AA$, $A^3 = A^2 A$, ..., et, en général, des fonctions entières $\varphi(A) = \Sigma c_\rho A^\rho$ de A, en convenant que $A^1 = A$, $A^0 = E$.

» Le déterminant $|\varphi(A) - \lambda E|$ de la forme $\varphi(A) - \lambda E$ a pour racines les m valeurs de $\varphi(\xi_i)$ correspondant aux m racines de l'équation

$$|A - \lambda E| = \pi(\xi_i - \lambda) = 0.$$

Cette propriété est susceptible de certaines généralisations qui seront indiquées bientôt et qui permettent d'obtenir la solution d'intéressants problèmes d'élimination.

» 2. La *composition bialternée* de deux formes bilinéaires A_1 et A_2 conduit à la nouvelle forme

$$A_1 A_2 = A_2 A_1 = \Sigma a^{i_1 i_2}_{j_1 j_2} x_{i_1 i_2} u_{j_1 j_2} \qquad (i, j = 1, 2, \ldots, m),$$

où nous avons posé

$$a^{i_1 i_2}_{j_1 j_2} = \frac{1}{2!}(a'_{i_1 j_1} a''_{i_2 j_2} - a'_{i_1 j_2} a''_{i_2 j_1} - a'_{i_2 j_1} a''_{i_1 j_2} + a'_{i_2 j_2} a''_{i_1 j_1}),$$
$$x_{i_1 i_2} = x'_{i_1} x''_{i_2} - x'_{i_2} x''_{i_1} \qquad (i_1 < i_2),$$
$$u_{j_1 j_2} = u'_{j_1} u''_{j_2} - u'_{j_2} u''_{j_1} \qquad (j_1 < j_2).$$

» De même, si l'on pose symboliquement $a_i \alpha_j$ au lieu de a_{ij}, le produit bialterné de $s\,(\leq m)$ formes bilinéaires $A_1, A_2, \ldots, A_s$, qui ne dépend pas de

---

([1]) Nous avons développé ces propriétés dans un Mémoire qui sera publié prochainement dans le *Journal de Mathématiques pures et appliquées*.

([2]) *Journal de Crelle*, t. 84, p. 1; 1878.

l'ordre des facteurs, sera

$$A_1 A_2 \ldots A_s = \Sigma a_{(j)}^{(i)} x_{(i)} u_{(j)},$$

où

$$a_{(j)}^{(i)} = \frac{1}{s!}[\Sigma \pm a'_{i_1} a''_{i_2} \ldots a^{(s)}_{i_s}][\Sigma \pm \alpha'_{j_1} \alpha''_{j_2} \ldots \alpha^{(s)}_{j_s}],$$

$$x_{(i)} = \Sigma \pm x'_{i_1} x''_{i_2} \ldots x^{(s)}_{i_s} \qquad (i_1 < i_2 < \ldots < i_s),$$

$$u_{(j)} = \Sigma \pm u'_{j} u''_{j_2} \ldots u^{(s)}_{j_s} \qquad (j_1 < j_2 < \ldots < j_s).$$

» En particulier, la forme $A^{s'}$ qui constitue le produit bialterné de s formes égales à $A = f(x, u)$, est égale à

$$A^{s'} = \Sigma \pm f(x', u') f(x'', u'') \ldots f(x^{(s)}, u^{(s)}) = \Sigma a_{(j)}^{(i)} x_{(i)} u_{(j)},$$

où

$$a_{(j)}^{(i)} = \Sigma \pm a_{i_1 j_1} a_{i_2 j_2} \ldots a_{i_s j_s}.$$

» On a, de même,

$$E^{s'} = \Sigma x_{(i)} u_{(i)}.$$

» Si l'on considère une fonction entière

$$\varphi(\xi', \xi'') = \Sigma c_{\rho_1 \rho_2} \xi'^{\rho_1} \xi''^{\rho_2}$$

et que l'on pose

$$\varphi'(A, A) = \Sigma c_{\rho_1 \rho_2} A^{\rho_1} A^{\rho_2},$$

l'équation $|\varphi'(A, A) - \lambda E, E| = 0$ *a pour racines les* $\frac{1}{2} m(m-1)$ *valeurs que prend l'expression* $\frac{1}{2}[\varphi(\xi_{i_1}, \xi_{i_2}) + \varphi(\xi_{i_2}, \xi_{i_1})]$ *pour les divers couples de racines de l'équation* $|A - \lambda E| = \pi(\xi_i - \lambda) = 0$.

» En particulier, on a

$$|A.E - \lambda E.E| = \Pi[\tfrac{1}{2}(\xi_{i_1} + \xi_{i_2}) - \lambda],$$

$$|A.A - \lambda E.E| = \Pi[\xi_{i_1} \xi_{i_2} - \lambda],$$

$$|2A^2.E - 2A.A - \lambda E.E| = \Pi[(\xi_{i_2} - \xi_{i_1})^2 - \lambda].$$

On voit par là que $|A.A| = |A|^{\frac{1}{2}m(m-1)}$ et que $|A^2.E - A.A|$ est le discriminant de l'équation $|A - \lambda E| = 0$.

» Des propriétés analogues ont lieu pour les formes

$$\varphi'(A, A, \ldots, A) = \Sigma c_{\rho_1 \rho_2 \ldots \rho_s} A^{\rho_1}.A^{\rho_2}.\ldots.A^{\rho_s}.$$

On a, par exemple [1],

$$|A^{s'} - \lambda E^{s'}| = \Pi[\xi_{i_1}.\xi_{i_2}.\ldots.\xi_{i_s} - \lambda],$$

d'où l'on déduit la formule connue, due à M. Franke, $|A^{s'}| = |A|^{\binom{m}{s}}$.

---

(1) Cette propriété a déjà été obtenue par M. G. Rados (*Math. Annalen*, t. XLVIII, 1896).

» 3. La *conjonction* de deux formes bilinéaires

$$A = \Sigma a_{ij} x_i u_j \qquad (i, j = 1, 2, \ldots, m),$$
$$B = \Sigma b_{kl} y_k v_l \qquad (k, l = 1, 2, \ldots, n)$$

conduit à la forme

$$A \times B = \Sigma a_{ij} b_{kl} X_{ik} U_{jl}.$$

En posant $E = \Sigma x_i u_i$, $F = \Sigma y_k v_k$, on a, de même,

$$E \times F = \Sigma X_{ik} U_{ik}.$$

» Si l'on considère une fonction entière

$$\varphi(\zeta, \eta) = \Sigma c_{\rho\sigma} \xi^\rho \eta^\sigma$$

et que l'on pose

$$\varphi'(A, B) = \Sigma c_{\rho\sigma} A^\rho \times B^\sigma,$$

l'équation $|\varphi'(A, B) - \lambda E \times F| = 0$ *a pour racines les* mn *valeurs que prend l'expression* $\varphi(\zeta_i, \eta_k)$ *pour les divers couples de racines des équations*

$$|A - \lambda E| = \Pi(\xi_i - \lambda) = 0 \qquad \textit{et} \qquad |B - \lambda F| = \Pi(\eta_k - \lambda) = 0.$$

» On a, en particulier ([1]),

$$|A \times B - \lambda E \times F| = \Pi(\xi_i \eta_k - \lambda),$$
$$|A \times F - E \times B - \lambda E \times F| = \Pi(\xi_i - \eta_k - \lambda).$$

On retrouve ainsi la relation $|A \times B| = |A|^n |B|^m$, due à M. Kronecker, et l'on voit que $|A \times F - E \times B|$ est le résultant des deux équations

$$|A - \lambda E| = 0 \qquad \text{et} \qquad |B - \lambda F| = 0. \text{ »}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la nature arithmétique du nombre e.* Note de M. **Émile Borel**, présentée par M. Picard.

« 1. Désignons par $P(x)$ un polynome irréductible, de degré n, à coefficients entiers et par p et q deux entiers premiers entre eux. Il est clair que l'on a $P\left(\frac{p}{q}\right) = \frac{A}{q^n}$, A étant un nombre *entier* essentiellement différent

([1]) Nous avons donné la première de ces formules dans une Note qui va paraître dans le *Giornale di Matematiche*.

de zéro, et cette simple remarque a conduit Liouville à des conséquences importantes relativement à l'approximation des nombres algébriques par des nombres rationnels. On peut aisément étendre ces considérations à l'étude de l'approximation des nombres algébriques par des nombres algébriques; il suffit de remarquer que le résultant de deux polynomes à coefficients entiers est un nombre entier et que, par suite, si les deux polynomes sont irréductibles, la valeur absolue du résultant est au moins égale à *un*. Considérons dès lors un nombre algébrique α racine d'une équation irréductible de degré n, et cherchons à déterminer les coefficients (entiers) d'une équation irréductible de degré r, de manière qu'une racine β de cette équation diffère de α d'une quantité moindre que le nombre positif donné ε. Nous serons obligé de prendre les coefficients d'autant plus grands que ε sera plus petit; le résultat que nous voulons énoncer est le suivant : *α et r étant donnés, la somme des valeurs absolues des coefficients est constamment supérieure à* $M\varepsilon^{-\mu}$, M *et* μ *étant des nombres fixes qu'il serait aisé de calculer.*

» Le théorème de Liouville est relatif au cas où $r = 1$; μ est alors égal à $\frac{1}{n}$. On pourrait aussi supposer r variable; il faudrait alors, au lieu de considérer la somme des valeurs absolues des coefficients, considérer cette somme augmentée de r, ou d'une fonction positive de r, et l'on aurait des théorèmes analogues.

» 2. On sait, depuis la publication du Mémoire célèbre de M. Hermite, que le nombre e ne peut être racine d'une équation algébrique à coefficients entiers. On peut se proposer d'approcher du nombre e, soit par des nombres rationnels, soit par des nombres algébriques de degré déterminé. On trouve ainsi des résultats qui, sans être identiques à ceux que nous venons de rappeler, leur ressemblent beaucoup et établissent ainsi un rapprochement curieux entre le nombre e et les nombres algébriques.

» Reprenons, pour fixer les idées, le polynome irréductible $P(x)$, de degré n, à coefficients entiers. Si l'on pose, avec M. Hurwitz (*Comptes rendus*, 1893),

$$f(x) = \frac{1}{(p-1)!} x^{p-1}(1-x)^p(2-x)^p \ldots (n-x)^p,$$

$$F(x) = f(x) + f'(x) + f''(x) + \ldots,$$

$$P(x) = C_0 + C_1 x + C_2 x^2 + \ldots + C_n x^n,$$

on obtient

$$F(0)P(e) = A + \varepsilon_p,$$

A étant un nombre entier essentiellement différent de zéro, et ε_p tendant vers zéro lorsque p augmente.

» Cette formule est tout à fait analogue à celle que nous avons rappelée $q^n \mathrm{P}\left(\frac{p}{q}\right) = \mathrm{A}$. Il s'agit seulement d'évaluer l'ordre de grandeur de F(o), lorsque p est pris assez grand pour que $|\varepsilon_p|$ soit inférieur à un nombre plus petit que un, de manière que $|\mathrm{A} + \varepsilon_p|$ soit supérieur à un nombre assignable. M. Hurwitz prend pour p un nombre premier plus grand que C_0 et que n; on constatera aisément qu'il suffit que p soit plus grand que n et premier avec C_0. Si l'on suppose que les nombres C augmentent indéfiniment, et que l'on cherche à prendre p le plus petit possible, le cas le plus défavorable est évidemment celui où C_0 est le produit $2.3.5.7.11.13 \ldots q$ de nombres premiers se suivant dans l'ordre naturel, à partir de 2. Il faut alors prendre pour p un nombre premier supérieur à q. La valeur de p fournie par cette considération satisfait d'ailleurs, lorsque C_0 est assez grand (n est fixe), à la condition que nous avons énoncée relativement à ε_p. On est ainsi conduit au résultat suivant :

» *Le nombre n étant donné, si l'on cherche à déterminer les coefficients du polynome* $\mathrm{P}(x)$ *de manière que* $\mathrm{P}(e)$ *soit inférieur à* ε, *la somme de leurs valeurs absolues est constamment supérieure à* $\mathrm{M}\varepsilon^{-\mu}$, M *étant un nombre fixe et* μ *défini par la relation* $\frac{k}{\mu} = \log\log\frac{1}{\varepsilon}\cdot$ (M et k sont des constantes.) On voit que ce résultat se rapproche de celui que nous avons énoncé pour les nombres algébriques, bien qu'ici μ, au lieu d'être constant, tende vers zéro avec ε; *mais la décroissance de* μ *est infiniment moins rapide que celle de* ε.

» 3. Il serait aisé de généraliser ce résultat, et d'énoncer des propositions applicables à tous les nombres algébriques en e, c'est-à-dire racines d'équations dont les coefficients sont des polynomes en e à coefficients entiers. Il y aurait lieu de chercher à les étendre aussi dans la direction qui est naturellement suggérée par la lecture du beau travail de M. Lindemann et du Mémoire de Weierstrass (*Sitzungsberichte der Berliner Academie*, 1885).

» 4. On remarquera, sans qu'il soit nécessaire d'y insister, la relation qu'il y a entre les résultats ici obtenus et les sujets de recherches que j'ai indiqués dans une Note récente. Des considérations analogues aux précédentes s'appliqueront toutes les fois que l'on aura prouvé qu'une équation ne peut avoir lieu, en s'appuyant sur ce qu'un nombre entier non nul diffère de zéro d'une quantité finie. En étudiant de près la démonstration,

on constatera que, non seulement elle prouve que le premier membre de l'équation considérée diffère de zéro, mais qu'elle donne de plus une limite inférieure de cette différence. »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les réseaux conjugués dont les courbes d'un système sont des géodésiques.* Note de M. C. **Guichard**, présentée par M. Darboux.

« J'appelle réseau G un réseau composé d'une série de géodésiques d'une surface et de leurs courbes conjuguées; soient alors u et v les paramètres qui définissent les courbes du réseau; les courbes $v =$ const. étant les géodésiques; x_1, x_2, x_3 les coordonnées rectangulaires d'un point du réseau; x_1, x_2, x_3 sont solutions d'une équation de la forme

$$(1) \qquad \frac{\partial^2 \theta}{\partial u\,\partial v} = P\frac{\partial \theta}{\partial u} + Q\frac{\partial \theta}{\partial v}.$$

Cette équation admet une quatrième solution ξ, telle que

$$dx_1^2 + dx_2^2 + dx_3^2 + d\xi^2 = l^2\,dv^2.$$

Cette propriété caractérise les réseaux G.

» J'appelle *congruence* G toute congruence parallèle à un réseau G; une congruence G est formée par les tangentes à une série de lignes de courbures d'une surface. Soient X_1, X_2, X_3 des quantités proportionnelles aux cosinus directeurs d'une droite qui décrit une congruence G; soit

$$(2) \qquad \frac{\partial^2 \theta}{\partial u\,\partial v} = \frac{1}{h}\frac{\partial h}{\partial v}\frac{\partial \theta}{\partial u} + \frac{1}{l}\frac{\partial l}{\partial u}\frac{\partial \theta}{\partial v} + R\theta$$

l'équation de Laplace qui admet comme solutions X_1, X_2, X_3; on aura

$$X_1^2 + X_2^2 + X_3^2 = l^2 V^2,$$

V étant fonction de v seul.

» D'une manière générale, un réseau pG est l'un des réseaux focaux d'une congruence pO; une congruence pG est formée par les tangentes à un système de courbes d'un réseau pO.

» *Toute congruence parallèle à un réseau* pG *est* pG *et inversement.*

» Voici les propriétés qui caractérisent ces réseaux et ces congruences :

» *L'équation* (1), *à laquelle satisfont les coordonnées* x_1, x_2, x_3 *des points*

d'un réseau pG, *admet en outre* p *solutions* $\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_p$, *telles que*

$$dx_1^2 + dx_2^2 + dx_3^2 + \sum_1^p d\xi_i^2 = l^2\, dv^2.$$

» *L'équation* (2), *à laquelle satisfont les paramètres directeurs* X_1, X_2, X_3 *des droites d'une congruence* pG, *admet en outre* $p-1$ *solutions*, $\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_{p-1}$, *telles que*

$$X_1^2 + X_2^2 + X_3^2 + \sum_1^{p-1} \xi_i^2 = l^2 V^2.$$

» J'appellerai congruence H une congruence dont l'un des réseaux focaux est un réseau C; d'une manière générale, une congruence pH est une congruence dont l'un des réseaux focaux est pC; de même un réseau pH est l'un des réseaux focaux d'une congruence pC.

» *Toute congruence parallèle à un réseau* pH *est* pH *et inversement*.

» Considérons une congruence H dont les réseaux focaux sont les réseaux (M) et (F); le réseau M étant le réseau C. Ce réseau (M) est applicable sur un réseau M'; à la tangente MF correspond une tangente M'F' qui décrit aussi une congruence H; appelons (F') le second réseau focal de cette congruence. Les longueurs MF et M'F' sont égales; prenons sur ces droites des longueurs égales MN, M'N'; désignons par Y_1, Y_2, Y_3 les coordonnées de N, par Y'_1, Y'_2, Y'_3 celles de N'; on aura, en supposant que MF soit tangente aux courbes de paramètre v du réseau (M),

$$\sum \left(\frac{\partial Y}{\partial v}\right)^2 = \sum \left(\frac{\partial Y'}{\partial v}\right)^2, \qquad \sum \frac{\partial Y}{\partial u}\frac{\partial Y}{\partial v} = \sum \frac{\partial Y'}{\partial u}\frac{\partial Y'}{\partial v}.$$

» Enfin, si l'on désigne par Z_1, Z_2, Z_3 les coordonnées de F, par Z'_1, Z'_2, Z'_3 celles de F', on aura

$$(3) \qquad \left\{ \begin{array}{c} \sum \left(\frac{\partial Z}{\partial v}\right)^2 = \sum \left(\frac{\partial Z'}{\partial v}\right)^2, \qquad \sum \frac{\partial Z}{\partial u}\frac{\partial Z}{\partial v} = \sum \frac{\partial Z'}{\partial u}\frac{\partial Z'}{\partial v}, \\ \sum \left(\frac{\partial^2 Z}{\partial v^2}\right)^2 = \sum \left(\frac{\partial^2 Z'}{\partial v^2}\right)^2. \end{array} \right.$$

» Il en résulte que, sur les surfaces F et F', les courbes correspondantes de paramètre u ont même longueur et même rayon de courbure aux points correspondants.

» Réciproquement, si deux réseaux F et F', qui correspondent à la même équation de Laplace, satisfont aux conditions (3), les tangentes

aux courbes de paramètre u engendrent des congruences H; les seconds réseaux focaux de ces congruences sont applicables l'un sur l'autre.

» En vertu de la loi de parallélisme des réseaux et des congruences, il suffit d'indiquer les propriétés des réseaux. Voici ces propriétés dans les cas les plus simples :

Réseaux G.	Congruences harmoniques.	1 série de congruences	G
		les autres sont	2G
	Congruences conjuguées	congruences	H
Réseaux 2G.	Congruences harmoniques.	2 séries de congruences	G
		∞^1	2G
		les autres	3G
	Congruences harmoniques.	1 congruence	H
		les autres	2H
Réseaux 3G.	Congruences harmoniques.	∞^1 séries de congruences	2G
		∞^2	3G
		les autres	4G
	Congruences conjuguées	2 congruences	H
		∞^1	2H
		les autres	3H
Réseaux H.	Congruences conjuguées	∞^1 congruences	G
		∞^2	2G
		les autres	3G

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur certains systèmes d'équations de Laplace.* Note de M. **Tzitzéica**, présentée par M. Darboux.

« Étant donné un système de $\frac{n(n-1)}{2}$ équations de la forme

$$(1)\qquad \left\{\begin{array}{l} \dfrac{\partial^2\theta}{\partial\rho_i\,\partial\rho_k} = a_{ik}\dfrac{\partial\theta}{\partial\rho_i} + a_{ki}\dfrac{\partial\theta}{\partial\rho_k} + b_{ik}\theta \\ \qquad (i \neq k = 1, 2, \ldots, n), \end{array}\right.$$

supposons qu'il admette $n+2$ solutions liées par une relation quadratique. Nous nous proposons de déduire de (1) d'autres systèmes qui aient la même propriété. Remarquons qu'en utilisant une des $n+2$ solutions on peut rendre $b_{ik} = 0$ et dire que le système ainsi réduit

$$(L)\qquad \frac{\partial^2\theta}{\partial\rho_i\,\partial\rho_k} = a_{ik}\frac{\partial\theta}{\partial\rho_i} + a_{ki}\frac{\partial\theta}{\partial\rho_k}$$

admet les solutions : $x_1, x_2, \ldots, x_n$, R et $x_1^2 + x_2^2 + \ldots + x_n^2 - R^2$. Il est évident d'abord que les fonctions $y_1, y_2, \ldots, y_n$, R_1, définies par des équations de la forme

$$\frac{\partial y_i}{\partial \rho_k} = \lambda_k \frac{\partial x_i}{\partial \rho_k}, \qquad \frac{\partial R_1}{\partial \rho_k} = \lambda_k \frac{\partial R}{\partial \rho_k} \qquad (i, k = 1, 2, \ldots, n),$$

satisfont à un système de la forme (L) et que $y_1^2 + \ldots + y_n^2 - R_1^2$ en est aussi une solution.

» Il y a une autre transformation qui nous semble plus intéressante. Définissons $z_1, z_2, \ldots, z_n$ par

$$(2)\qquad \left\{ \begin{array}{c} z_1 \dfrac{\partial x_1}{\partial \rho_i} + \ldots + z_n \dfrac{\partial x_n}{\partial \rho_i} = x_1 \dfrac{\partial x_1}{\partial \rho_i} + \ldots + x_n \dfrac{\partial x_n}{\partial \rho_i} - R \dfrac{\partial R}{\partial \rho_i} \\ (i = 1, 2, \ldots, n) \end{array} \right.$$

et R′ par

$$(3)\qquad (z_1 - x_1)^2 + (z_2 - x_2)^2 + \ldots + (z_n - x_n)^2 = R^2 + R'^2.$$

» Nous voulons montrer que $z_1, z_2, \ldots, z_n$, R′ et $z_1^2 + \ldots + z_n^2 - R'^2$ satisfont à un même système de Laplace de la forme (L).

» Tout d'abord les équations (2) nous donnent

$$(4)\qquad \left\{ \begin{array}{c} \dfrac{\partial z_1}{\partial \rho_i} \dfrac{\partial x_1}{\partial \rho_k} + \ldots + \dfrac{\partial z_n}{\partial \rho_i} \dfrac{\partial x_n}{\partial \rho_k} = 0 \\ (i \neq k = 1, 2, \ldots, n), \end{array} \right.$$

d'où il résulte que $z_1, \ldots, z_n$ satisfont à un système (L′) de même forme que (L). D'autre part on a de (3)

$$x_1 \frac{\partial z_1}{\partial \rho_i} + x_2 \frac{\partial z_2}{\partial \rho_i} + \ldots + x_n \frac{\partial z_n}{\partial \rho_i} = z_1 \frac{\partial z_1}{\partial \rho_i} + \ldots + z_n \frac{\partial z_n}{\partial \rho_i} - R' \frac{\partial R'}{\partial \rho_i},$$

d'où l'on déduit immédiatement que $z_1^2 + z_2^2 + \ldots + z_n^2 - R'^2$ satisfait au système (L′). Il nous reste à faire voir que R′ est aussi une solution du même système. Pour cela nous remarquons que l'on a

$$\left(x_1 - z_1 - \frac{R}{\frac{\partial R}{\partial \rho_i}} \frac{\partial x_1}{\partial \rho_i} \right) \frac{\partial x_1}{\partial \rho_k} + \ldots + \left(x_n - z_n - \frac{R}{\frac{\partial R}{\partial \rho_i}} \frac{\partial x_n}{\partial \rho_i} \right) \frac{\partial x_n}{\partial \rho_k} = 0$$
$$(i \neq k = 1, 2, \ldots, n),$$

et en comparant avec les équations (4) on tire

$$(5)\qquad x_1 - z_1 - \frac{R}{\frac{\partial R}{\partial \rho_i}} \frac{\partial x_1}{\partial \rho_i} = m_i \frac{\partial z_1}{\partial \rho_i}, \qquad \ldots, \qquad x_n - z_n - \frac{R}{\frac{\partial R}{\partial \rho_i}} \frac{\partial x_n}{\partial \rho_i} = m_i \frac{\partial z_n}{\partial \rho_i}$$

$$(i = 1, 2, \ldots, n).$$

» Multiplions les deux membres de chaque équation (5) respectivement par $x_1 - z_1, \ldots, x_n - z_n$ et ajoutons; on trouve, en tenant compte des autres équations,

$$m_i = -\frac{R'}{\frac{\partial R'}{\partial \rho_i}},$$

et alors les équations

$$x_1 - \frac{R}{\frac{\partial R}{\partial \rho_i}} \frac{\partial x_1}{\partial \rho_i} = z_1 - \frac{R'}{\frac{\partial R'}{\partial \rho_i}} \frac{\partial z_1}{\partial \rho_i}, \qquad \ldots, \qquad x_n - \frac{R}{\frac{\partial R}{\partial \rho_i}} \frac{\partial x_n}{\partial \rho_i} = z_n - \frac{R'}{\frac{\partial R'}{\partial \rho_i}} \frac{\partial z_n}{\partial \rho_i}$$

nous montrent que R' est une solution de (L').

» Plus généralement, si l'on détermine $\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_n$ par les équations

$$\xi_1 \frac{\partial x_1}{\partial \rho_i} + \xi_2 \frac{\partial x_2}{\partial \rho_i} + \ldots + \xi_n \frac{\partial x_n}{\partial \rho_i} = \frac{\partial \theta}{\partial \rho_i}$$

$$(i = 1, 2, \ldots, n),$$

θ étant une solution quelconque de (L), on aura évidemment des relations de la forme

$$\frac{\partial \xi_i}{\partial \rho_k} = \mu_k \frac{\partial z_i}{\partial \rho_k} \qquad (i, k = 1, 2, \ldots, n),$$

et en déterminant R_2 par

$$\frac{\partial R_2}{\partial \rho_k} = \mu_k \frac{\partial R'}{\partial \rho_k} \qquad (k = 1, 2, \ldots, n),$$

$\xi_1, \ldots, \xi_n$, R_2 et $\xi_1^2 + \xi_2^2 + \ldots + \xi_n^2 - R_2^2$ seront des solutions d'un même système de Laplace de la forme (L).

» Pour le cas $n = 3$, il y a des considérations géométriques qui simplifient beaucoup la question. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les théorèmes de Greene et de Cauchy.* Note de M. **Chessin**, présentée par M. Poincaré.

« Dans les démonstrations connues du théorème de Cauchy sur la valeur de l'intégrale $\int f(z)\,dz$ le long d'un contour fermé, la continuité de la fonction dérivée $f'(z)$ forme une part des hypothèses admises. Or, on peut démontrer ce théorème sans faire sur la nature de $f'(z)$ des hypothèses aussi strictes. Il y a donc lieu de se proposer le problème suivant :

» *Quelles hypothèses sur l'existence ou la nature de $f'(z)$ sont nécessaires et suffisantes pour que $\int f(z)\,dz = 0$, l'intégrale étant formée le long du contour d'un domaine simplement connexe* (D) *dans lequel $f(z)$ est uniforme et continue?*

» L'objet de la présente Note est d'indiquer des conditions suffisantes très générales.

» Nous allons d'abord formuler des conditions analogues pour le théorème de Greene, d'où l'on arrivera directement aux conditions pour le théorème de Cauchy.

» *Théorème de Greene.* — Soient P et Q des fonctions uniformes et continues des deux variables réelles x et y; admettons que $\frac{\partial P}{\partial y}$ et $\frac{\partial Q}{\partial x}$ existent en chaque point d'un domaine simplement connexe (D) et que $\frac{\partial P}{\partial y} = \frac{\partial Q}{\partial x}$; si, de plus, $\frac{\partial P}{\partial y}$ $\left(\text{et par suite } \frac{\partial Q}{\partial x}\right)$ est intégrable dans ce domaine, superficiellement aussi bien que partiellement par rapport à x et y; alors, l'intégrale $\int P\,dx + Q\,dy$ formée le long du contour de (D) s'évanouit.

» On sait que cela suit de l'égalité

$$(1)\qquad \iint\left(\frac{\partial P}{\partial y} - \frac{\partial Q}{\partial x}\right)dx\,dy = \int P\,dx + Q\,dy.$$

Or, la valeur de l'intégrale double qui figure en (1) ne sera pas changée si, tout en admettant que

$$(2)\qquad \left|\frac{\partial P}{\partial y}\right|, \quad \left|\frac{\partial Q}{\partial x}\right| < N,$$

N étant une quantité fixe, on ne fait nulle autre hypothèse ni sur l'existence, ni sur la nature des fonctions $\frac{\partial P}{\partial y}$, $\frac{\partial Q}{\partial x}$ pour un ensemble de points dont l'étendue superficielle soit o. Un tel changement n'affectera pas non plus la valeur de l'intégrale $\int P\,dx + Q\,dy$. Nous pouvons donc énoncer le théorème de Greene comme il suit :

» Soient P et Q des fonctions uniformes et continues des variables réelles x et y ; admettons que, sauf, peut-être, pour un ensemble de points d'étendue superficielle o, les fonctions $\frac{\partial P}{\partial y}$, $\frac{\partial Q}{\partial x}$ existent et satisfont l'équation $\frac{\partial P}{\partial y} = \frac{\partial Q}{\partial x}$, tout en satisfaisant la condition (2) dans le domaine entier (D); si, de plus, $\frac{\partial P}{\partial y}$ $\left(\text{et, par suite, } \frac{\partial Q}{\partial x}\right)$ est intégrable dans ce domaine; alors l'intégrale $\int P\,dx + Q\,dy$ formée le long du contour de (D) s'évanouit.

» On peut aller plus loin. En effet, l'intégrale double qui figure dans (1) aura encore un sens si l'une des fonctions $\frac{\partial P}{\partial y}$, $\frac{\partial Q}{\partial x}$, ou toutes deux étaient infinies en des points ou sur des lignes *isolées;* ceçi, à cause de la continuité des fonctions P et Q dans le domaine entier. Il s'agit donc de trouver le système le plus général de points qui soit réductible à des points et lignes isolés. Or on sait, d'après M. G. Cantor, qu'un ensemble linéaire E de points est réductible (c'est-à-dire réductible à des points isolés) s'il existe un nombre fini ou transfini α tel que $E^{(\alpha)} \equiv 0$. On peut généraliser cette notion d'ensembles réductibles comme il suit :

» Soit E un ensemble de deux dimensions. S'il existe un nombre fini ou transfini α tel que $E^{(\alpha)}$ se réduit à des points formant des ensembles linéaires irréductibles; si, de plus, les lignes porteurs de ces ensembles irréductibles forment elles-mêmes un ensemble $\mathcal{E}$ réductible de lignes, c'est-à-dire s'il existe un nombre fini ou transfini tel que $\mathcal{E}^{(\beta)} \equiv 0$, nous dirons que l'ensemble E est réductible.

» Cela posé, il est aisé de voir que *le théorème de Greene subsiste encore si l'on ne sait rien sur l'existence ou la nature des fonctions* $\frac{\partial P}{\partial y}$, $\frac{\partial Q}{\partial x}$ *en des points ou sur des lignes formant un ensemble réductible.*

» D'ici au théorème de Cauchy il n'y a qu'un pas. On arrive donc au résultat suivant :

» *Soit* $f(z) = u + iv$ *une fonction uniforme et continue de la variable com-*

plexe z dans un domaine simplement connexe (D); *admettons que, sauf peut-être pour un ensemble de points d'étendue superficielle* o, *la fonction dérivée* $f'(z)$ *existe dans ce domaine; admettons, de plus, que sauf peut-être pour un ensemble réductible,* $|f'(z)| < N$; *enfin si les fonctions* $\frac{\partial u}{\partial x}$ *et* $\frac{\partial u}{\partial y}$ *sont toutes deux intégrables dans toute part de* (D) *qui ne contienne les infinis de ces fonctions; alors l'intégrale* $\int f(z)\,dz$ *le long du contour de* (D) *s'évanouit.*

» En particulier, pour démontrer le théorème de Cauchy il suffit d'admettre que $f'(z)$ soit continue dans (D), sauf, peut-être, en des points ou sur des lignes formant un ensemble réductible, où nulle hypothèse sur l'existence ou la nature de $f'(z)$ n'est nécessaire. »

PHYSICO-CHIMIE. — *Sur une relation simple donnant le poids moléculaire des liquides en fonction de leurs densités et de leurs constantes critiques.* Note de M. **Daniel Berthelot**, présentée par M. H. Becquerel.

« Les idées actuelles sur la continuité de l'état liquide et de l'état gazeux entraînent cette conséquence que le poids moléculaire des fluides se rattache à leur densité par une relation commune aux liquides et aux gaz.

» J'ai calculé dans une Note précédente cette relation en partant de l'équation de Van der Waals [1]. Cette méthode directe donne de bons résultats, non seulement qualitatifs, mais encore quantitatifs, pourvu qu'on se limite à la région du plan où les isothermes déduits de l'équation de Van der Waals coïncident avec les isothermes expérimentaux. C'est ce que je montrerai ultérieurement.

» Mais je crois intéressant de signaler d'abord une formule très simple applicable

---

(1) Les maxima et les minima des courbes correspondent aux températures d'inversion de l'effet de Joule et Lord Kelvin. Sous de faibles pressions le maximum de v_m aurait lieu pour $T = 6{,}75\,T_c$, c'est-à-dire à -10° pour l'hydrogène et $+625^\circ$ pour l'air si l'équation de Van der Waals était rigoureuse; mais, comme je l'ai fait remarquer, la courbe calculée présente un retard sur la courbe expérimentale. L'allure des isothermes de l'hydrogène observés par M. Amagat entre 0° et 100° montre que ce gaz à 0° a déjà dépassé notablement le maximum de v_m et conduit à placer ce maximum au voisinage de $T = 5\,T_c$, c'est-à-dire $+392^\circ$ pour l'air et -78° pour l'hydrogène; ce qui s'accorde bien avec les températures d'inversion $+360^\circ$ (air) et -79° (hydrogène) que l'on déduit des formules par lesquelles M. Rose Innes (*Philos. Magaz.*, t. XLV, 1898) a représenté les expériences de Joule et Lord Kelvin.

spécialement à l'état liquide et basée sur deux lois importantes, établies expérimentalement la première par M. Sydney Young, la seconde par M. Mathias.

» En premier lieu, il existe au point critique un rapport constant, indépendant de la nature des corps, entre le volume réel v_c d'un fluide et son volume théorique (¹) (calculé en le supposant à l'état de gaz parfait). J'adopterai pour cette constante la valeur $\frac{1}{3,6}$ calculée d'après les expériences de M. Amagat sur l'anhydride carbonique. Dès lors sachant que 1 molécule de gaz parfait (dans le système de poids moléculaires qui a pour base $O^2 = 32$) occupe $22^{lit},41$ à 0° et 1 atmosphère, désignant par M le poids moléculaire d'un corps, par d_c sa densité critique rapportée à l'eau à 4°, par p_c la pression critique évaluée en atmosphères, par T_e la température critique absolue

(1)
$$M = \frac{d_c}{3,6} \times 22,4 \times \frac{T_c}{273} \times \frac{1}{p_e}.$$

» D'autre part, M. Mathias a établi comme conséquence de la loi du diamètre rectiligne que, pourvu que la température ne soit pas trop voisine de la température critique, il existe, entre la densité critique d_e et la densité d'un liquide d prise à la température T, la relation approchée

(2)
$$d_c = \frac{d}{2\left(2 - \frac{T}{T_c}\right)}.$$

» En combinant les relations (1) et (2), on obtient une relation simple (²) entre la densité d d'un corps liquide à la température T et sa densité à l'état gazeux parfait, c'est-à-dire son poids moléculaire M

(3)
$$M = 11,4d \frac{T_c}{p_c\left(2 - \frac{T}{T_e}\right)}.$$

» Le Tableau suivant contient la comparaison des poids moléculaires de divers corps calculés par la formule (3) avec les poids moléculaires théoriques qui résultent de la formule chimique.

(¹) On peut démontrer que, pour qu'il en soit ainsi, il suffit que l'équation caractéristique $f(p, v, t) = 0$ ne contienne pas plus de trois constantes spéciales au corps étudié (ce qui revient à dire qu'elle obéit à la loi des états correspondants), étant admis d'ailleurs (ce qui résulte de la loi d'Avogadro regardée comme loi limite) qu'elle tend à pression décroissante vers la forme limite $pv = RT$, R étant une constante commune à tous les corps pris sous le poids moléculaire.

(²) Il existe un certain nombre de liquides dont on connaît la densité et la température critique, mais non la pression critique. Cette relation permet de calculer leur pression critique, pourvu qu'ils ne soient pas polymérisés.

		$d.$	$t.$	$t_c.$	$p_c.$	d_c (calc.).	M. calculé.	M. théorique.
			°	°	atm			
Azote	Az^2	0,885	−194,4	−146	33	0,320	28,1	28
Oxygène	O^2	1,178	−185	−118	50	0,411	29,0	32
Cyanogène	C^2Az^2	0,866	17	124	61,7	0,341	50,0	52
Anhydride sulfureux	SO^2	1,513	— 30	156	79	0,527	65,1	64
Éther	$C^4H^{10}O$	0,720	15	195	36,5	0,261	76,1	74
Tétrachlorure de carbone	CCl^4	1,630	0	263	45	0,542	152,3	153,8
Chloroforme	$CHCl^3$	1,526	0	268	54,9	0,510	114,5	119,4
Sulfure de carbone	CS^2	1,293	0	272	72,9	0,431	73,4	76
Chlorure de germanium	GCl^4	1,887	18	277	38,0	0,641	211,7	214
Chlorure d'étain	$SnCl^4$	2,279	0	319	39,6	0,741	252,4	260
Chlorure d'éthyle	C^2H^5Cl	0,925	0	182,5	54,0	0,330	63,5	64,5
Chlorure d'éthylène	$C^2H^4Cl^2$	1,281	0	288,4	53,0	0,423	102,2	99
Chlorure d'éthylidène	id.	1,204	0	250	50	0,406	97,2	99
Benzène	C^6H^6	0,899	0	288,5	47,9	0,296	79,2	78
Benzène monochloré	C^6H^5Cl	1,1284	0	360	44,7	0,359	115,9	112,6
Benzène monobromé	C^6H^5Br	1,5177	0	397	44,7	0,479	163,9	157
Benzène monoiodé	C^6H^5I	1,8310	15	448	44,7	0,572	205,6	203,5
Benzène monofluoré	C^6H^5Fl	1,0236	20	286,5	44,7	0,346	99,0	96,0
Ammoniaque	AzH^3	0,635	1	130	115	0,241	19,2	17
Méthylamine	CH^5Az	0,699	— 10,8	155	72	0,252	34,1	31
Diméthylamine	C^6H^5Az	0,6865	— 5,8	163	56	0,247	43,9	45
Triméthylamine	C^3H^9Az	0,662	— 5,2	160,5	41	0,242	58,5	59
Éthylamine	C^2H^7Az	0,6964	8	177	66	0,253	39,3	45
Diéthylamine	$C^4H^{11}Az$	0,711	15	216	40	0,252	70,2	73
Triéthylamine	$C^6H^{15}Az$	0,728	20	259	30	0,251	101,4	101
Propylamine	C^3H^9Az	0,728	0	218	50	0,252	56,5	59
Dipropylamine	$C^6H^{15}Az$	0,756	0	277	31	0,252	101,7	101
Formiate de méthyle	$C^2H^4O^2$	1,0032	0	212,0	61,6	0,361	64,8	60
Formiate d'éthyle	$C^3H^6O^2$	0,9480	0	233,1	49,2	0,324	76,0	74
Acétate de méthyle	id.	0,9593	0	232,9	47,5	0,329	80,0	74
Formiate de propyle	$C^4H^8O^2$	0,9287	0	260,8	42,7	0,312	89,0	88
Acétate d'éthyle	id.	0,9243	0	249,5	39,6	0,314	94,5	88
Propionate de méthyle	id.	0,9387	0	255,7	39,9	0,316	95,3	88
Acétate de propyle	$C^5H^{10}O^2$	0,9101	0	276,3	34,8	0,303	109,0	102
Propionate d'éthyle	id.	0,9124	0	272,4	34,6	0,304	109,2	102
Butyrate de méthyle	id.	0,9200	0	278,0	36,0	0,306	106,8	102
Formiate d'isobutyle	id.	0,9050	0	278,2	38,3	0,300	98,6	102
Valérate de méthyle	$C^6H^{12}O^2$	0,909	0	293,7	31,5	0,300	122,7	117
Butyrate d'éthyle	id.	0,899	0	292,8	30,2	0,296	126,2	117
Isobutyrate d'éthyle	id.	0,890	0	280,4	30,1	0,295	123,6	117
Formiate d'amyle	id.	0,902	0	302,6	34,1	0,295	113,7	117
Acétate d'isobutyle	id.	0,892	0	288,3	31,4	0,295	125,2	117
Acide acétique	$C^2H^4O^2$	1,080	0	321,6	57,1	0,340	80,6	60
Alcool méthylique	CH^4O	0,796	20	240	68,5	0,271	45,8	32
Alcool éthylique	C^2H^6O	0,789	20	244	64,3	0,275	51,6	46
Alcool propylique	C^3H^8O	0,788	16	258	50,2	0,270	64,8	60
Eau	H^2O	0,999	16	365	195	0,323	25,1	18

» Les écarts entre les nombres calculés et les nombres théoriques paraissent imputables en grande partie aux incertitudes sur les pressions critiques, qui diffèrent fréquemment de 5 pour 100 et parfois de 10 pour 100, suivant les observateurs. Ainsi j'ai admis pour les éthers gras les nombres de Nadejdine qui conduisent à des valeurs de M un peu supérieures aux valeurs théoriques; si l'on prend les quelques mesures de Sajotchewski, on trouve des valeurs voisines des valeurs théoriques ou inférieures :

	Formiate d'éthyle.	Acétate de méthyle.	Acétate d'éthyle.
Calc. (Nad.)........	76,3	80,1	94,5
Calc. (Saj.).........	76,6	65,6	87,1
Théorie.............	74	74	88

» La conclusion générale qui se dégage de ce Tableau est que la grande majorité des corps ont la même grandeur moléculaire à l'état liquide qu'à l'état gazeux. Seuls, l'eau, les acides gras et les alcools gras sont nettement polymérisés.

» Ces résultats sont d'accord avec ceux qui ont été obtenus par d'autres méthodes pour beaucoup des corps inscrits sur le Tableau précédent; il en est un certain nombre d'autres dont la grandeur moléculaire, à l'état liquide, est évaluée ici pour la première fois. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le bisulfure de tungstène.* Note de M. **Ed. Defacqz**, présentée par M. H. Moissan [1].

« Le bisulfure de tungstène fut préparé successivement par Berzélius, Von Bosch [2], Corleis [3] et M. Riche [4]. La méthode très élégante de ce dernier savant consiste à chauffer un mélange à poids égaux de soufre et de bitungstate de potassium préparé précédemment par fusion à poids moléculaires du tungstate neutre et d'acide tungstique; nous avons un peu modifié ce procédé; d'autre part, l'étude des propriétés chimiques de l'hexachlorure de tungstène nous en a fourni un autre que nous allons indiquer :

» Préparations. — *Première méthode :* 1° Action de l'hydrogène sulfuré sur

(1) Ce travail a été effectué au laboratoire des Hautes Études de M. Moissan à l'École supérieure de Pharmacie.

(2) Von Bosch, *Jahresbericht für* 1851, p. 344.

(3) Corleis, *Liebig Ann. der Chemie*, t. CCXXXII, p. 244.

(4) Riche, *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. L, p. 26.

l'hexachlorure. — L'hexachlorure, préparé ainsi que nous l'avons indiqué dans une précédente Communication, est placé dans une nacelle que l'on dispose dans un tube de verre chauffé par une grille à gaz; la partie du tube qui dépasse est étirée de manière à former deux ampoules. Après avoir complètement chassé l'air par un courant d'hydrogène sulfuré, on chauffe doucement; la réaction commence vers 375°; on porte ensuite la température à 550° pendant un certain temps; les produits volatils condensés dans la première ampoule (chlorure entraîné ou chlorosulfure formé) sont éliminés par la chaleur; on laisse refroidir le tout dans un courant d'hydrogène sulfuré, on détache l'ampoule et l'on recueille le sulfure.

» *Deuxième méthode.* — La deuxième méthode n'est qu'une modification de celle de M. Riche. On fait un mélange, aussi intime que possible, de carbonate de potassium pur et sec, de fleur de soufre, d'oxyde TuO^3, dans les proportions suivantes : (138 parties CO^3K^2; 464 parties TuO^3; 558 parties S.). Le tout est introduit dans un creuset de terre et mis au four Perrot; on chauffe d'abord au rouge sombre, puis, quand la période de réaction est passée, on élève la température jusqu'à fusion complète, que l'on maintient une demi-heure à trois quarts d'heure. On laisse refroidir, on casse le creuset; la masse noire s'en détache facilement, on la pulvérise grossièrement, on la lave entièrement à l'eau froide d'abord, puis à l'eau bouillante; finalement on filtre (1).

» *Analyse.* — Le bisulfure obtenu par la première méthode fournit, très facilement, par l'action de l'eau régale de l'acide tungstique et de l'acide sulfurique; celui que l'on obtient au four Perrot s'oxyde plus difficilement; les divers échantillons que nous avons obtenus en étudiant les propriétés chimiques de ce composé s'attaquent quelquefois très peu; pour remédier à ces inconvénients, nous avons choisi la méthode suivante qui s'applique dans tous les cas : dans un creuset de platine on chauffe jusqu'à fusion le bisulfure avec 4 à 5 fois son poids d'un mélange d'azotate de potassium (2) et de carbonate de potassium (8); quand le tout est bien limpide, on laisse refroidir. On dissout la masse dans l'eau; on acidule par l'acide chlorhydrique et l'on évapore, plusieurs fois, à sec, au bain-marie, en ajoutant chaque fois de l'acide chlorhydrique. Finalement on reprend par l'eau; l'acide tungstique est insoluble; on filtre, on lave, puis dans la solution on dose le soufre à l'état de sulfate de baryum; on transforme le précipité en tungstate d'ammoniaque, on évapore, on calcine et du poids de TuO^3 obtenu on déduit la quantité de métal correspondante (2).

» *Propriétés.* — Préparé par H^2S et $TuCl^6$, le bisulfure est une substance amorphe en écailles noires qui s'attachent fortement au verre; préparé au four Perrot, il est semblable à celui obtenu par M. Riche et il possède les mêmes propriétés physiques : ce sont de petits cristaux à reflet bleuté,

---

(1) Cette méthode, très rapide et très commode, donne un sulfure contenant une très petite quantité de soufre libre dont il est difficile de se débarrasser.

(2) Nous avons trouvé ainsi pour le sulfure préparé au four Perrot : Tu, 73,40, 73,48; S, 26,51, 26,47; calculé pour TuS^2 : Tu, 74,19; S, 25,81.

insolubles dans l'eau, s'écrasant facilement sous le doigt, tachant le papier comme la plombagine. Sa densité, prise dans l'eau à $+10^\circ$, nous a donné le chiffre 7,5.

» L'action de la chaleur est particulièrement intéressante : chauffé au contact de l'air, on sait qu'il brûle; mais, à l'abri de l'air, nous avons pu le chauffer au four à vent, à la température du ramollissement de la porcelaine, sans qu'il change de composition ([1]). Au four électrique à tube, il perd du soufre sans fondre : après trois minutes de chauffe à 900 ampères sous 50 volts, il en contient encore; ce n'est qu'en répétant, sur le même produit, deux ou trois opérations semblables qu'on le désulfure complètement pour arriver au métal.

» L'hydrogène ne le réduit pas vers 600°; la réaction ne commence que vers 800°.

» Les halogènes fluor, chlore, brome donnent : le fluor, à la température ordinaire, un fluorure, avec incandescence; le chlore, l'hexachlorure ([2]) très facilement vers 400°; le brome ne réagit que très difficilement vers 700° pour donner un composé qui contient du soufre.

» Le gaz chlorhydrique n'a pas d'action, de même que les acides fluorhydrique, chlorhydrique, azotique en solution aqueuse.

» Le mélange des acides fluorhydrique et azotique attaque rapidement le bisulfure pour donner une solution limpide, l'eau régale l'oxyde quelques fois difficilement. Les alcalis, les carbonates alcalins, les mélanges d'azotate et de carbonate alcalins fondus, le dissolvent facilement.

» *En résumé* : L'étude de l'hexachlorure nous a permis de donner une nouvelle méthode de formation du bisulfure de tungstène pur; une modification de la méthode de M. Riche nous a permis d'en obtenir de grandes quantités et de pouvoir étudier ses propriétés chimiques dont deux sont particulièrement intéressantes : action de la chaleur et action du chlore. »

([1]) Le produit perd une petite quantité de soufre qui est en excès et donne les chiffres suivants : Tu, 73,89; 26,01. Calculé pour TuS^2 : Tu, 74,19; S, 25,81. Il a, en outre, perdu la propriété de tacher fortement le papier; son aspect a été aussi légèrement changé.

([2]) L'hexachlorure ainsi obtenu est exempt de soufre; c'est donc une méthode très facile de préparation de ce composé.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'aldéhyde formique sur le menthol et le bornéol.* Note de **M. André Brochet**, présentée par M. Arm. Gautier.

« L'aldéhyde formique se combine aisément avec les alcools en présence d'acide sulfurique ou chlorhydrique pour donner des formals. Cette réaction, qui s'effectue très bien avec les alcools de la série grasse et certains phénols, a été étendue aux glycols, et récemment M. Verley (*Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 314), en faisant agir sur le phénylglycol, en présence d'acide sulfurique, la formaldéhyde, a pu reproduire le principe odorant de l'essence de jasmin. J'ai obtenu, il y a quelque temps, la combinaison de l'aldéhyde formique avec certains alcools de la série térébénique, notamment le menthol et le bornéol. Les formals obtenus sont de la forme générale $CH^2(OR)^2$.

» *Le formal dimentholique* $CH^2(OC^{10}H^{19})^2$ est un corps solide, blanc, d'une odeur spéciale peu agréable, ne rappelant nullement celle du menthol. Il est insoluble dans l'eau, très soluble dans l'éther et le benzène. Sa solubilité est relativement faible dans l'alcool froid, mais il se dissout en grande quantité dans l'alcool chaud. Il cristallise de ces solutions alcooliques en longues aiguilles fines et soyeuses, excessivement légères, se feutrant facilement.

» Le point de fusion de ce corps est de 56°,5. Il distille à 337° sous la pression ordinaire, en se décomposant d'une façon insignifiante; il distille très bien sous pression réduite sans décomposition. (*Analyse :* C=77,5; H=12,2. *Théorie :* C=77,8; H=12,3).

» Le *formal dibornéolique* $CH^2(OC^{10}H^{17})^2$ est un corps solide blanc, dont l'odeur rappelle celle du bornéol, peut-être par suite de traces de ce composé restant dans le produit obtenu. Cependant de nombreuses cristallisations et distillations n'en ont pas modifié l'odeur qui est vraisemblablement propre à ce produit.

» Très soluble dans l'éther et le benzène, le formal dibornéolique cristallise dans l'alcool en lamelles nacrées. Il est fusible à 166° et distille sans décomposition sous la pression ordinaire à 344°-345°. (*Analyse :* C=78,6; H=11,24. *Théorie :* C=78,75; H=11,25).

» Wurtz avait remarqué la résistance des acétals à l'action de l'eau et des alcalis, et j'ai pu vérifier ce fait pour des composés du type acétal dérivant des aldéhydes α-chloropropionique et α-chlorisobutyrique. Cependant la régénération de l'aldéhyde et de l'alcool, par l'action de l'eau et des alcalis sur différents formals, a été signalée à diverses reprises. Je n'ai pu constater cette décomposition dans les produits que j'ai préparés.

En les chauffant avec de la soude, en présence de résorcine, il n'y a aucune coloration rouge et, par conséquent, il ne se fait pas d'aldéhyde formique, même à l'état de traces. L'eau et la soude à 15 pour 100 n'ont également aucune action en tube scellé à 150°.

» J'ai essayé de préparer également les dérivés méthyléniques du linalol et du géraniol, mais sans avoir pu réussir jusqu'ici par suite de l'action de l'acide chlorhydrique sur ces alcools. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Dosage du cuivre et du mercure dans les raisins, les vins, les lies et les marcs.* Note de MM. **Léo Vignon** et **Barrillot.**

« On emploie diverses solutions métalliques pour combattre les maladies parasitaires de la vigne. Par suite, le dosage du cuivre et du mercure dans les raisins, les vins, les lies et les marcs, constitue un problème analytique spécial, dont la solution peut présenter quelque intérêt.

» Nous avons l'honneur de présenter à l'Académie la méthode qui nous a permis de doser de très petites quantités de ces deux métaux. Voici d'abord les principes appliqués :

» 1. Laver les raisins, les marcs, les lies, *d'abord* avec de l'eau distillée (*a*) qui entraîne les combinaisons métalliques solubles dans l'eau, *puis* avec une solution aqueuse d'eau régale à 10 pour 100 (*b*), oxydant et solubilisant les métaux existant sous forme insoluble.

» 2. Précipiter les liqueurs ainsi obtenues, ou le vin lui-même, préalablement amenés à réaction acide, par un courant d'hydrogène sulfuré.

» 3. Recueillir sur un filtre les sulfures formés : on obtient ainsi, si le cuivre et le mercure sont présents, un précipité qui contient tous ces métaux à l'état de sulfures.

» 4. Le précipité précédent est traité par l'acide nitrique bouillant, qui dissout le sulfure de cuivre : ce métal est ensuite dosé électrolytiquement dans la solution, suivant la méthode connue.

» 5. Le précipité, débarrassé de sulfure de cuivre, est traité par l'eau régale qui dissout le sulfure de mercure. Le mercure est dosé colorimétriquement dans la solution, suivant la méthode indiquée par l'un de nous (*Comptes rendus*, 13 mars 1893).

» Par application de cette méthode, il est possible de doser le cuivre et le mercure, dans un vin, par exemple, qui renferme par litre moins d'un milligramme de ces métaux. Les métaux, en effet, étant précipités sous forme de sulfures, en partant d'un volume de liqueur aussi considérable qu'on le veut, ces sulfures peuvent être ensuite dissous dans des quantités très réduites de dissolvant.

» *Expériences justificatives.* — Dans deux échantillons de 1^{lit} de vin exempt de cuivre et de mercure, nous avons dissous :

				Trouvé.	Différence.
		gr		gr	gr
(*a*)	1....	0,1	cuivre à l'état SO^4Cu	0,0992 Cu	— 0,0008
	2....	0,01	id.	0,00976 Cu	— 0,00024
(*b*)	1....	0,01	mercure à l'état $HgCl^2$	0,0098 Hg	— 0,0002

» 3^{lit} de vin exempt de cuivre et de mercure ont été additionnés de

			Trouvé.		Différence.
	gr		gr		gr
1.......	0,1	Cu à l'état SO^4Cu	0,0978	Cu	— 0,0022
	0,1	$HgCl^2$	0,101	$HgCl^2$	+ 0,001
2.......	0,1	Cu à l'état SO^4Cu	0,0984	Cu	— 0,0016
	0,001	$HgCl^2$	0,00097	$HgCl^2$	— 0,00003
3.......	0,001	Cu en SO^4Cu	0,0008	Cu	— 0,002
	0,1	$HgCl^2$	0,0960	$HgCl^2$	— 0,004

» 1^{lit} de vin exempt de cuivre et de mercure a été additionné de

	0^{gr},001 fer (SO^4Fe)	0^{gr},001 Hg($HgCl^2$)	0^{gr},001 Cu(SO^4Cu)
trouvé :	0 fer	0^{gr},00104 Hg	0^{gr},001 Cu

» *Mode opératoire. Préparation des solutions : a. Solution aqueuse.* — Les raisins sont mis à baigner dans l'eau distillée froide, en s'aidant au besoin d'une brosse douce ; les marcs, les lies sont traités également par l'eau distillée ; il suffit d'une digestion d'une heure dans une quantité d'eau suffisante pour baigner complètement la substance épuisée. Le traitement est répété deux ou trois fois. Le vin est filtré, la lie recueillie sur le filtre est traitée par l'eau.

» *b. Solution dans l'eau régale.* — Les raisins, marcs, lies, lavés à l'eau et égouttés, sont mis à digérer dans l'eau régale à 10 pour 100 (1 partie mélange, 3 parties HCl à 22°, 1 partie AzO^3H à 36°, 9 parties d'eau), à froid pendant douze heures. Ce traitement est répété deux fois et donne les liqueurs B.

» *Précipitation par l'hydrogène sulfuré.* — La solution aqueuse, ou le vin, acidulée avec 1 pour 100 d'eau régale est soumise à l'action d'un courant de H^2S en excès. Les liqueurs B sont additionnées de soude, de manière à saturer seulement les $\frac{9}{10}$ de leur acidité, et soumises à l'action d'un courant de H^2S en excès.

» *Traitement du précipité.* — Les précipités sont recueillis par filtration, repris avec le filtre par 40^{cc} ou 50^{cc} d'acide nitrique bouillant (cinq minutes) ; la liqueur est étendue d'eau 100^{cc}, refroidie, filtrée, évaporée à sec ; le résidu est repris par 60^{cc} d'eau acidulée à 10 pour 100 AzO^3H, la liqueur est soumise à l'électrolyse dans l'appareil de Riche, le cuivre est pesé directement.

» Le sulfure de mercure restant après dissolution du sulfure de cuivre est traité par 40^{cc}-50^{cc} d'eau régale pendant quinze minutes à 80° ; on étend d'eau, on filtre, on neutralise presque complètement par AzH^3 en laissant subsister cependant une réaction acide ; puis on amène à un volume déterminé et l'on examine comparativement au colori-

mètre avec une solution fraîche de $HgCl^2$ de richesse connue, suivant la méthode Vignon (*Comptes rendus*, 13 mars 1893).

» La méthode permet de déceler le mercure dissous à $\frac{1}{300000}$: si la liqueur a un volume de 200^{cc} pour 1^{lit} de vin, la limite devient $\frac{1}{1500000}$ et permet de doser $0^{mg},66$ par litre. Pour obtenir ce résultat, l'œil doit être exercé; les comparaisons colorimétriques doivent être rapidement faites avant que le soufre ne commence à se déposer. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Contribution à la recherche des formes et des conditions sous lesquelles le chlore du sol pénètre ordinairement dans les végétaux terrestres.* Note de M. **P. Pichard**. (Extrait.)

« Le chlore est ordinairement dans le sol à l'état de chlorure de sodium. Dans certains terrains, notamment les terrains salés, calcaires et magnésiens, comme on en rencontre beaucoup en Algérie, il se trouve aussi en notables quantités à l'état de chlorures de calcium et de magnésium. Les eaux de ces terrains sont, en même temps, alcalines et renferment du carbonate de soude, fait que nous avons signalé [1].

» Plusieurs expérimentateurs ont montré que le sodium, à l'état de sel oxygéné, est rare dans les plantes terrestres, et tout récemment M. Berthelot a vu que, dans une graminée, la crételle, le chlore est toujours en grand excès par rapport au sodium.

» Quant aux formes et aux conditions sous lesquelles le chlore pénètre dans le tabac, les expériences entreprises par nous pourront ajouter une nouvelle contribution à ces recherches.

» Deux variétés de tabacs ont été employées : graine d'Alsace, fournie par l'Administration, et graine d'Amérique, White Burley (Kentucky). Cinq séries d'essais.

» A. Sols artificiels (sable siliceux blanc de verrerie) chargés de chlore (de $0^{gr},5$ à 2^{gr} pour 1^{kg}) : 1° engrais organiques; 2° nitrates.

» B. Sols artificiels, pauvres en potasse, peu chargés de chlore : 1° engrais organiques; 2° nitrates.

» C. Sols artificiels, riches en potasse, peu chargés de chlore : 1° engrais organiques; 2° nitrates.

» D. Sols naturels (terre de champ) pourvus de potasse et d'azote organique, peu chargés de chlore. Addition de nitrates.

---

(1) *Comptes rendus*, 4 décembre 1876.

» Dans ces quatre séries, la végétation a eu lieu à la lumière solaire.

» E. Sols naturels pourvus de potasse et d'azote, peu chargés de chlore. Addition de nitrates. Lumière diffuse.

» F. Échantillons de tabacs cultivés en pleine terre par des planteurs, sur divers terrains calcaires meubles, chlorurés ($0^{gr},28$ à $0^{gr},7$ de chlore pour 1^{kg}), ayant fourni une mauvaise combustibilité.

» Tous les échantillons de tabacs renferment du chlore. Dans des sols meubles, peu chargés de chlorure de sodium, tout le chlore disponible est absorbé par le tabac.

» En général, toutes choses égales d'ailleurs, la proportion de chlore dans le tabac augmente avec la proportion de chlore dans le sol.

» Dans le tabac, les seuls chlorures qui soient en quantités appréciables, sont les chlorures de potassium et de sodium. Les Tableaux de nos analyses montrent que le chlore se trouve, pour la plus grande part, sinon la totalité, à l'état de chlorure de potassium. Quand la potasse augmente dans le sol, le chlore augmente dans le tabac. Le tabac peut renfermer des quantités relativement considérables de chlorure de potassium : dans les feuilles jusqu'à 11,10 et 11,23 pour 100; dans les tiges les proportions sont moindres; dans les racines, moindres encore.

» Dans les terrains chlorurés, le tabac est un véritable accumulateur de chlorure de potassium ; il y détermine un puissant drainage de la potasse à cet état.

» Le chlorure de potassium entre-t-il tout formé dans la plante, ou s'y produit-il, après coup, par la réaction du chlorure de sodium sur les sels de potasse préexistants?

» Dans nos expériences, nous avons employé le chlore sous les deux formes de chlorures de sodium et de potassium. Nous trouvons que le chlorure de sodium n'entre qu'exceptionnellement dans le tabac; il en faut une forte proportion dans le sol, $\frac{1}{1000}$ environ, pour qu'il y apparaisse. D'autre part, malgré les soins les plus minutieux dans l'analyse, on ne trouve pas, dans le tabac, de soude à l'état de sel autre que le chlorure de sodium; à moins d'admettre que la soude ait été éliminée de la plante, après lui avoir cédé le chlore, ce qui s'accorde mal avec les faits connus jusqu'à ce jour, il faut reconnaître que le chlore se trouve dans la plante à l'état de chlorure de potassium. Comme la réaction du chlorure de sodium sur un sel de potasse amenant la production de chlorure de potassium n'a pas encore été constatée dans un milieu inorganisé, on peut supposer, comme vraisemblable, que cette réaction s'opère au contact des racines et que le sel de soude, azotate, sulfate ou autre produit, est immédiatement rendu au sol, le chlorure de potassium étant fixé dans la plante.

» *Diminution de la quantité de chlore dans le tabac, avec l'augmentation des nitrates dans le sol.* — Nous avons montré, dans une précédente Communication, que l'acide azotique du sol avait une tendance très marquée à pénétrer dans le tabac sous forme de nitrate de potasse et à y entraîner,

à cet état, la potasse, même peu assimilable, telle que celle des argiles et de divers silicates ([1]).

» En présence du chlore du sol qui, de son côté, tend à entrer dans la plante, sous forme de chlorure de potassium, l'acide azotique des nitrates rencontre un véritable antagoniste. L'acide azotique, dont le rôle est utile pour la plante, ne l'emporte qu'à force de quantité. S'il diminue dans le sol, le chlore augmente dans le tabac, et *vice versa* ».

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la fermentation du galactose.* Note de M. **Dienert**, présentée par M. Duclaux.

« J'ai montré dans une précédente Note (*Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 569) que la levure cultivée sur le galactose s'acclimatait très vite à ce sucre.

» Si, au lieu de cultiver la levure en présence de galactose, on la cultive dans un milieu contenant du lactose, on constate les faits suivants :

» Prenons le cas d'une levure ne faisant pas fermenter le lactose. Cultivons-la dans un milieu nutritif azoté, additionné de saccharose et de lactose en proportions égales. Le lactose reste inattaqué; séparons le liquide de la levure et lavons celle-ci à l'eau distillée stérilisée, de façon à enlever tout le lactose restant. On fait arriver sur cette levure un peu d'une solution de galactose à 10 pour 100. La fermentation ne se déclare qu'au bout de deux ou trois jours, comme avec la même levure obtenue par une culture en présence de saccharose seul. La levure n'est pas acclimatée au galactose.

» Opérons avec cette même levure, mais acclimatée au galactose, par une culture en présence de ce sucre. Transportons-la soit dans de l'eau distillée, soit dans une solution d'un sucre qu'elle ne fait pas fermenter, de lactose par exemple. On enlève le liquide surnageant la levure, après quarante-huit heures de contact, et on le remplace par un peu d'une solution de galactose à 10 pour 100. La fermentation se déclare très rapidement, mais le galactose ne fermente pas complètement. La levure a donc perdu de son acclimatation au galactose. La même levure aurait gardé son activité vis-à-vis du galactose si, au lieu de lactose, on lui avait donné un sucre qu'elle pouvait faire fermenter.

([1]) *Comptes rendus*, 3 septembre 1894.

» Les levures très faiblement actives en présence du galactose, comme le *S. Ludwigii*, ne peuvent plus, après une macération en présence de lactose, arriver à provoquer la moindre fermentation du galactose.

» Opérons maintenant avec les levures de lactose et cultivons-les dans de l'eau de touraillons additionnée de lactose. La levure ainsi obtenue, traitée comme les levures précédentes, provoque la fermentation du galactose au bout d'une ou deux heures. Ces levures sont acclimatées au galactose. Ces mêmes levures de lactose, cultivées en présence d'une solution de saccharose, ne peuvent, transportées sur une solution de galactose, attaquer ce sucre qu'au bout d'un à deux jours.

» Le fait que le lactose peut remplacer le galactose quand il s'agit d'acclimater les levures à ce dernier sucre ne peut paraître trop surprenant, car en traitant la levure d'une manière à peu près semblable à celle que M. Hill a employée pour ses études sur la réversibilité des diastases, on peut obtenir une lactase, peu énergique cependant.

» Cette lactase dédoublant progressivement le lactose en glucose et en galactose, la levure arrive à faire disparaître simultanément ces deux sucres et à s'acclimater au galactose. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur certaines déformations particulières des hématies des Poissons.* Note de MM. **J. Kunstler** et **A. Gruvel**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Dans des conditions encore obscures, et plus spécialement chez des individus ayant déjà atteint un degré assez avancé de décomposition, certains globules sanguins du *Merluccius vulgaris* se présentent avec un aspect spécial.

» En puisant du sang dans les vaisseaux branchiaux parmi les éléments dont les altérations ne présentaient rien de remarquable, il existait des hématies pourvues d'une sorte d'axe central plus coloré, entouré d'une masse protoplasmique plus pâle et contenant le noyau. La forme générale est allongée, en relation avec la présence de cette partie axiale qui offre soit l'aspect d'un simple repli, soit plus souvent celui d'une véritable baguette interne.

» Nul doute ne saurait subsister sur l'identité des globules sanguins ordinaires et de ces éléments particuliers. Leurs dimensions sont absolument concordantes, avec ce correctif que ces derniers sont plus longs,

mais plus étroits que les premiers. Les hématies normales ont environ de 11 à 12μ de longueur, alors que les éléments à bâtonnets en présentent de 14 à 18μ. L'aspect de leur substance est identique.

» On peut observer tous les passages entre les hématies ordinaires et les formes chez lesquelles le bâtonnet axial se montre de la façon la plus évidente. Dans le sang frais, on ne voit rien de ce genre. Puis les globules se flétrissent, forment des replis ou bien présentent un ou plusieurs axes, soit parallèles, soit se croisant à des angles variables. Malgré de multiples dissemblances, il faut, toutefois, constater que les bâtonnets axiaux ont une tendance à affecter une disposition régulière qui ne peut guère être ramenée à un simple repli. Il paraît probable que c'est là le résultat ultime d'une sorte de condensation de l'hémoglobine, qui n'est pas sans présenter une certaine analogie d'aspect, avec des formations cristallines intraprotoplasmiques dont nous donnerons la description autre part.

» En traitant les globules ainsi métamorphosés par certains réactifs, tels que la potasse, l'ammoniaque, l'acide acétique, ils se gonflent de nouveau et reprennent plus ou moins leur aspect primitif avant de se détruire. C'est l'axe qui disparaît tout d'abord et avec la plus grande facilité, ce qui exclut immédiatement toute assimilation possible avec certaines formes axiales chitineuses qui se voient autre part.

» En effet, dans un Mémoire récent [J. Kunstler et A. Gruvel, *Sur quelques formations particulières de la cavité générale des Ophélées* (*Archiv. d'Anat. microsc.*, novembre 1898], nous avons décrit une singulière formation qui est précisément caractérisée par l'existence d'un axe chiténoïde doué d'une vitalité extraordinaire.

» Rien dans les réactions chimiques, dans la valeur morphologique, dans l'aspect, dans la constitution, dans l'évolution et dans toute la manière d'être de cet axe, ne saurait être rapproché de la transformation cadavérique visée plus haut.

» Dans une Communication récente [P. Stéphan. *Sur des éléments à bâtonnets dans l'organisme d'un Vertébré* (*Comptes rendus*, 23 janvier 1899] M. Stéphan a cherché à établir une certaine analogie entre la *Dumontia ophelianum* et des éléments particuliers pourvus d'un bâtonnet axial, qu'il a trouvés « dans la pulpe d'un des rayons cornés d'un arc branchial de *Merluccius vulgaris* ». Si les formes que signale cet auteur n'étaient pas autre chose que nos hématies altérées dont les caractères concordent du reste entièrement avec sa description, l'étude que nous en avons faite

nous permet d'affirmer qu'il n'existe aucune espèce d'analogie même lointaine entre ces deux sortes de formations ».

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *De la mue chez les insectes, considérée comme moyen de défense contre les parasites végétaux ou animaux. Rôles spéciaux de la mue trachéale et de la mue intestinale.* Note de M. **Künckel d'Herculais**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Dans les expériences que nous avons faites en Algérie pour tenter d'infester de jeunes Acridiens (Criquets pèlerins) au moyen de spores du champignon découvert par nous sur les adultes, le *Lachnidium Acridiorum* Giard, nous avons constaté que les mues répétées de ces insectes, mues s'effectuant, temps moyen, tous les huit jours, s'opposaient à la fixation des spores sur les téguments (¹); d'autre part, si l'on tient compte que ce sont souvent les ouvertures stigmatiques qui, chez les adultes, servent de voie de pénétration aux spores, et si l'on veut bien se rappeler que, les spores ayant germé, les ramifications d'un épais mycélium encombrent les troncs trachéens, déterminant des phénomènes d'asphyxie (²), on est obligé de reconnaître que, chez les jeunes Acridiens, le rejet, avec le tégument, de la tunique interne des trachées est un obstacle sérieux à la conservation des spores dans le milieu propre à leur germination.

» Au cours de la mission que nous remplissons auprès du Gouvernement de la République Argentine, nous avons été à même de faire des observations qui donnent une plus grande portée à ces premières remarques.

» En appelant l'attention sur le rôle des pigments dans les phénomènes d'histolyse et d'histogénèse qui accompagnent la métamorphose chez le Criquet pèlerin (*Schistocerca peregrina* Olivier) (³), nous avons fait ressortir

(¹) J. Kunckel d'Herculais et Ch. Langlois, *Les Champignons parasites des Acridiens* (*C. R. de la Soc. de Biol.*, 9ᵉ sér., t. III, p. 490; 20 juin 1891. — *Comptes rendus*, t. CXIII, p. 1465; 22 juin 1891. — *Ann. de la Soc. ent. de Fr.*, t. LXI) 1891. — *Bull.*, t. CVI; 24 juin).

(²) A. Giard, *Observations sur les Champignons parasites de l'*Acridium peregrinum (*C. R. de la Soc. de Biol.*, 9ᵉ sér., t. III, p. 492; 20 juin 1891). — A. Giard, *Nouvelles études sur le* Lachnidium Acridiorum *Giard, Champignon parasite du Criquet pèlerin* (*Rev. gén. de Bot.*, t. IV, p. 459 et 460; 1892).

(³) J. Kunckel d'Herculais, *Le Criquet pèlerin*, Schistocerca peregrina Olivier, *et*

qu'à la suite de chaque mue ces Acridiens rejetaient de la matière pigmentaire avec les excréments, qui se trouvaient ainsi colorés en rose au lieu de demeurer brun verdâtre comme au cours de chacun des stades de leur évolution. Suivant de très près le développement du Criquet du Parana (*Schistocerca paranensis* Burmeister) pour voir si nous ne découvririons pas quelque particularité qui avait pu nous échapper, nous avons été conduit à examiner, après l'achèvement de la métamorphose, les premiers excreta; il en est résulté cette constatation, c'est qu'ils étaient chargés comme ceux de l'espèce africaine de granulations pigmentaires rouges; mais cette fois, poussant plus loin l'analyse, l'examen microscopique nous révélait que ces excreta étaient en réalité des sortes de sacs constitués par la cuticule intestinale; ces sacs aussitôt rejetés, plongés dans l'eau distillée présentaient les plus intéressantes particularités; dès l'abord, on les voyait gonflés par de grosses bulles d'air qui les maintenaient en suspension; ces bulles n'étaient autres que les restes des masses d'air qui remplissent le tube digestif pour permettre la métamorphose, ainsi que nous l'avons démontré par nos études antérieures ([1]); de plus, au milieu des granulations résultant de l'histolyse des tissus et des granulations de pigment résorbé, on ne tardait pas à apercevoir nombre de Grégarines. Ainsi donc ces Protozoaires étaient rejetés comme des déchets, au même titre que les produits de l'histolyse. On conçoit, d'après cela, que chaque mue est la déterminante non seulement de la régénération des tissus normaux, mais qu'elle a encore pour résultat de débarrasser l'organisme des parasites qui causent la dénutrition de ces tissus.

» De ces faits, il est à déduire une série de conséquences, les unes d'ordre physiologique, les autres d'ordre essentiellement pratique. En effet, les observateurs, et en particulier M. Louis Léger, qui ont recherché les Grégarines dans le tube digestif des Acridiens ([2]), s'ils n'ont pas réussi

---

ses changements de coloration. Rôle des pigments dans les phénomènes d'histolyse et d'histogénèse qui accompagnent la métamorphose (*Comptes rendus de la Société de Biologie,* 9e série, t. IV, p. 56; 1892. *Comptes rendus,* t. CXIV, p. 240; 1er février 1892. *Annales de la Société entomologique de France,* t. LXII, Bulletin, p. 25; 1892).

([1]) G. Kunckel d'Herculais, *Du rôle de l'air dans le mécanisme physiologique de l'éclosion des mues et de la métamorphose chez les insectes orthoptères de la famille des Acridides* (*Comptes rendus,* t. CX, p. 107; 1890).

([2]) Louis Léger, *Sur une Grégarine nouvelle des Acridiens d'Algérie* (*Comptes rendus,* t. CXVII (4 déc. 1893).

à rencontrer ces parasites chez les Criquets pèlerins, alors qu'ils les ont trouvés dans des espèces du même groupe, c'est que ceux-ci s'en étaient débarrassé par exuviation de la cuticule intestinale; entre les mues ils abondent chez le Criquet du Parana; ils diminuent de nombre après chaque mue ([1]). D'autre part, chacun sait qu'on a fondé de grandes espérances en Europe (Russie, France, etc.), en Afrique (Algérie, Cap de Bonne-Espérance), comme en Amérique (États-Unis, République Argentine), sur certains organismes parasitaires (Champignons, Bacilles, Protozoaires), pour arrêter la multiplication des insectes déprédateurs et, en particulier, des Acridiens migrateurs; on voit par ces observations que ces insectes à développement rapide ont en leur possession un moyen fort simple de se débarrasser de ces organismes de façon à pouvoir se régénérer à chaque stade de leur évolution; ainsi peut se comprendre la résistance que, *dans des conditions de vie normale,* les insectes peuvent offrir à la contamination ou à l'action désorganisatrice des parasites végétaux ou animaux. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Recherches sur les glandes défensives des carabides* bombardiers. Note de M. **Fr. Dierckx**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* le 23 janvier 1899, M. L. Bordas décrit la glande anale du *Carabus nemoralis* Illig. Depuis longtemps nous avons étudié le même organe chez un nombre considérable d'espèces, et nous sommes arrivé à des résultats qui ne concordent pas toujours avec ceux de M. Bordas. Nous avons cru utile de glisser quelques observations critiques dans la description d'un type voisin, plus intéressant à beaucoup d'égards.

» Les *Brachynus* tranchant sur les autres Carabides par la faculté qu'ont

---

([1]) Cette Grégarine appartient au genre *Clepsidrina* Hammerschmidt, et nous la désignerons par le nom de *C. paranensis,* pour rappeler à la fois qu'elle se trouve dans la contrée que traverse le Parana et qu'elle est l'hôte de l'Acridien migrateur de l'Amérique du Sud, le *Schistocerca paranensis.* Il est probable qu'elle habite aussi le tube digestif d'autres espèces d'Acridiens. Si elle atteint la taille de la *C. Acridiorum* Léger, si son deutomérite est aussi quatre fois plus grand que son protomérite, elle diffère par la forme générale du deutomérite, qui est ellipsoïdal au lieu d'être cylindrique; par la coloration des granulations de l'entocyte, qui ne sont pas teintées de jaune rougeâtre, mais sont uniformément d'un ton blanc jaunâtre.

les diverses espèces de projeter, avec crépitation et formation d'un nubécule très visible, le produit de sécrétion de leurs *glandes anales*, cherchons à préciser les conditions de ce phénomène.

» I. Anatomie. — Chez le *Brachynus crepitans* L., l'appareil glandulaire est double, situé, comme chez les autres Carabides, de part et d'autre du rectum. Chaque élément se compose d'une partie sécrétante, d'un canal collecteur et d'un réservoir.

» A. *Lobes sécréteurs.* — Chaque lobe cylindrique de la grappe glandulaire est traversé par un canal à paroi cuticulaire parsemée de petits noyaux. Entre ce canal axial et la *propria* enveloppante se trouvent les cellules actives, renfermant chacune, outre le noyau, une *vésicule piriforme radiée,* drainée par un filament canaliculé. M. Bordas ne signale pas cette vésicule intracellulaire chez le *Carabus nemoralis;* nous l'avons observée chez toutes les espèces examinées, avec des modifications intéressantes au point de vue taxonomique.

» B. *Canal collecteur.* — Long de 25^{mm} à 30^{mm} chez le *Brachynus,* il est constitué par deux tubes emboîtés, dont l'intérieur est maintenu béant par une série de disques cuticulaires, hyalins, plus ou moins serrés d'un bout à l'autre du canal. Abstraction faite de la *propria,* il n'y a qu'*une seule couche de cellules;* le tube axial inclus dépend donc cytologiquement des cellules de la paroi externe, où sont toujours blottis les noyaux. Les *Carabus* ont les disques simplement ébauchés, et le tube n'est pas à double paroi. Chez les *Panagœus* l'ébauche des disques a totalement disparu. De cette forme plus simple aux formes plus complexes, la différenciation des cellules varie beaucoup; mais, *chez aucune espèce,* nous n'avons rencontré une paroi de plusieurs feuillets cellulaires. Nous ignorons comment M. Bordas a pu y voir chez le *Carabus nemoralis* deux assises musculaires et un épithélium interne à cellules aplaties.

» C. *Réservoir.* — Il a la forme d'une besace avec le côté convexe vers l'axe du corps. Le canal collecteur s'ouvre dans la dépression concave. Le sac antérieur correspond au réservoir ovoïde des autres genres, le sac postérieur est l'homologue de leur canal éjaculateur cylindrique. Il débouche par deux pores à la pointe du pygidium, un peu au-devant de l'anus. Chez les *Carabus,* les pores de décharge sont à environ 2^{mm} de la ligne médiane et à environ 1^{mm} derrière les stigmates postérieurs. D'après M. Bordas, la glande déboucherait dans le cloaque, et son fonctionnement supposerait un mécanisme extrêmement complexe.

» II. Physiologie. — *Liquide sécrété.* — Il est incolore, limpide, à odeur faible mais caractéristique, beaucoup moins acide que le produit des *Carabus.* Sa propriété la plus remarquable est sa très grande volatilité. *Il bout,* selon nos observations, *à une température voisine de* $+9°$, *sous* 760^{mm}.

» *Preuves anatomiques.* — 1° La faiblesse de la paroi musculaire du réservoir en comparaison des effets mécaniques produits; 2° l'existence, dans le réservoir, de brides transversales destinées, sans doute, à contrebalancer les pressions internes; 3° l'élar-

gissement du canal éjaculateur près de l'ouverture externe de la glande, en vue de l'expulsion brusque du liquide glandulaire; 4° la présence, dans les pores de décharge, de pièces chitineuses hérissées de soies et pouvant faire fonction de pulvérisateur.

» *Preuves physiologiques.* — 1° La nature *explosive* de la crépitation; 2° *l'effervescence*, aux dépens du liquide glandulaire, à la dissection sous l'eau, ou sur porte-objets, dès que l'organe est lésé, mais *seulement à une température supérieure à* + 8°; la crépitation *sur le cadavre*, quand on dégage les pores de décharge.

» B. *Fonctionnement.* — L'insecte inquiété dégaine l'arrière-train; si alors les sphincters obturateurs se relâchent, le contenu *liquide* du réservoir s'échauffe *sous pression*, et le jet se divise sur les peignes chitineux de l'orifice. C'est, en miniature, le fonctionnement d'une bombe à anhydride carbonique liquéfié.

» Malgré la limpidité parfaite de la sécrétion glandulaire, la décharge laisse un résidu fixe jaunâtre déjà observé par Dufour. Le microscope l'identifie avec le contenu du rectum. Au moment du danger, l'insecte recourbe l'abdomen vers le bas : cette inflexion amène les pores de décharge derrière le sphincter anal. Que, dans cette attitude, le liquide volatil se dégage, tandis que le rectum se vide, la fusée partira sous le corps, d'arrière en avant, réduisant en poussière les excréments rejetés, mitraille d'un nouveau genre bien faite pour déconcerter l'agresseur le plus audacieux et le mieux armé (¹). »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur des fossiles nouveaux de Madagascar.* Note de M. **Marcellin Boule**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Les collections paléontologiques du Muséum se sont récemment enrichies d'un nombre assez considérable de fossiles de Madagascar. Ces documents nous fournissent des notions nouvelles sur la constitution géologique de l'île; ils nous permettent, en outre, de formuler des conclusions intéressantes au point de vue de la Paléontologie générale.

» M. Henri Mager nous a remis quelques fossiles recueillis par lui à l'extrémité nord de l'île, au sud de Diégo-Suarez, dans un défilé de la montagne des Français. Un de ces fossiles est une Ammonite, *Schlœnbachia*

(¹) Extrait d'une *Étude comparée des glandes pygidiennes chez les Carabides et les Dytiscides*, faite sous la direction de M. le professeur Gilson à l'Institut Carnoy, à Louvain.

Haberfellneri von Hauer, qui caractérise le Sénonien inférieur de l'Europe et du nord de l'Afrique. D'autres appartiennent à un niveau différent; ce sont : *Phylloceras Velledæ* d'Orb.; *Schlœnbachia propinqua* Stol.; *Nautilus elegans* Sow.; *Actæon ovum* Duj., etc. Ces fossiles dénotent dans le nord de l'île l'existence du Cénomanien (ou du Gault supérieur) sous un facies différent de celui que cet étage présente dans le Sud-Ouest où nous l'avons signalé d'après des fossiles rapportés par M. Gautier (¹). Les derniers, de nature ferrugineuse, peu déterminables, nous portent à croire que l'Infracrétacé est aussi représenté dans cette région septentrionale de Madagascar.

» Nous devons à MM. les capitaines Ardouin et de Bouvié quelques Ammonites recueillies près d'Ambalia, sur la rive gauche de la Mahajamba et qui appartiennent au Jurassique supérieur. Ce sont des *Haploceras*, des *Perisphinctes* du type *biplex* et voisins de diverses formes du Kimeridgien de l'Europe et le *Perisphinctes trimerus* Oppel de la zone à *Oppelia tenuilobata*.

» M. Bastard, voyageur du Muséum, a rapporté de nombreux fossiles de la région de l'Isakondry, à l'est de Tulléar, dans le sud-ouest de Madagascar. D'une localité appelée *Beraketa*, nous avons : *Belemnites* sp. *Perisphinctes plicatilis* Sow., var. *Martelli* Op.; *Alaria* cf. *seminuda*, Héb. et Desl.; *Ostrea Marshii* Sow.; *Gryphea* sp. *Lima proboscidea* Sow.; *Lima rigida* Desh.; *Pecten annulatus* Sow.; *Pecten nummularis* Phil.; *Trigonia* cf. *monilifera* Ag.; *Perna quadrilatera* d'Orb.; *Astarte* (grandes et petites espèces); *Terebratula farcinata* Douv.; etc.

» Ces fossiles, renfermés dans un calcaire oolitique, très ferrugineux, présentent avec ceux de nos gisements français contemporains une ressemblance véritablement extraordinaire si l'on considère que Beraketa est séparée de la Normandie ou des Ardennes par 10 000^{km} en ligne droite.

» M. Bastard a trouvé, dans cette même région de l'Isakondry, au village de Besarotra, de très grandes Ammonites (l'une d'elles a $0^m,55$ de diamètre) dont les tours internes révèlent une forme d'*Acanthoceras* se rattachant au groupe des *Nodoso-costati* du Gault. Avec ces échantillons se trouvent une grande espèce d'*Holcodiscus*, le *Nautilus albensis* d'Orb., et divers autres fossiles, parmi lesquels des Nérinées, que je n'ai su jusqu'à présent rapporter à aucune espèce connue.

» Ainsi, cette région de l'Isakondry, sur laquelle nous n'avions naguère

(¹) *Bulletin du Muséum*, 1895, nº 5.

aucun renseignement, est riche en fossiles qui appartiennent à des niveaux très différents du Jurassique, de l'Infracrétacé et du Crétacé. Il faut remarquer que tous les terrains de cette région ont un caractère franchement détritique et qu'ils représentent des formations tout à fait littorales.

» Enfin, nous devons signaler particulièrement à l'attention des géologues les fossiles recueillis à Fanivelona, à 10^{km} de la côte est de Madagascar par M. Marius Grillo, lieutenant d'infanterie de marine; ce sont : *Lytoceras India* Forbes; *Turritella* cf. *difficilis* d'Orb. *Turritella* sp.; *Cerithium* sp., *Neptunea excavata* Blanf., *Strombus* (*Pugnellus*) *crassicostatus* Natl, *Pleurotomaria* sp., *Apontais* sp., *Fusus* sp., *Ostrea ungulata* Schl. (= *O. larva*); *Spondylus* cf. *calcaratus* Forbes, *Hemiaster* sp.; etc. Cette famille est nettement sénonienne. Les formes spécifiques que j'ai citées se retrouvent, les unes dans le Crétacé supérieur de l'est de l'Inde, les autres dans le Crétacé supérieur de l'ouest et du Balouchistan.

» On avait admis jusqu'aujourd'hui que la côte orientale de Madagascar était dépourvue de tous dépôts sédimentaires de l'époque secondaire, et cette croyance a joué un grand rôle dans les théories émises par divers savants : Oldham, Neumayr, Suess, Kossmat, etc., sur l'ancienne répartition des terres et des mers et sur l'existence, pendant l'époque secondaire, d'un continent reliant l'Afrique avec l'Inde (Lémurie des zoologistes).

» Cette hypothèse paraît bien fondée pour l'époque du Trias, car il y a des rapports étroits, tant au point de vue paléontologique qu'au point de vue stratigraphique, entre les dépôts de l'Inde et ceux du sud de l'Afrique (faune à Reptiles dicynodontes, flore à *Glossopteris*), mais elle ne s'impose déjà plus à l'époque jurassique pour diverses raisons qu'il serait trop long d'énumérer ici. Quant à l'époque crétacée, la découverte sur la côte orientale de Madagascar des fossiles cités plus haut doit faire admettre que notre grande colonie était déjà une île. Les affinités de ces fossiles avec ceux de l'ouest aussi bien qu'avec ceux de l'est de l'Inde, viennent à l'appui de la même conclusion. »

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 6 mars 1899.

Bulletin de la Société entomologique de France, n° 21, 1898; n° 3, 1899. Paris, 1898-1899; 2 fasc. in-8°.

Water! its relation to economy, comfort, health and life. How all can obtain it pure, by Abner-D. Strong. Ashtabula, O., s. d.; 1 fasc. in-32.

Introduction to democracy and liberty, by William-Edward Hartpole Lecky. London, 1899; 1 fasc. in-8°.

The serum treatment of swine plague and hog cholera, by E.-A. de Schweinitz. Washington, 1899; 1 fasc. in-8°.

The mechanical composition of wind depositis, by Johan-August Udden. Rock Island, Ill., 1898; 1 fasc. in-4°.

Die zweite Variation der einfachen Integrale, von G. v. Escherich. Mittheilungen I-III. Wien, 1898; 3 fasc. in-8°.

L'Amérique Centrale et l'Amérique du Sud sismiques, par F. de Montessus de Ballore (Planche VIII). Mexico, 1898; 1 fasc. in-8°.

Bergens museums aarbog for 1898. Bergen, 1899; 1 vol. in-8°.

Videnskabelige Meddelelser fra den naturhistoriske Forening i Kjobenhavn for aaret 1898. Kjobenhavn; 1 vol. in-8°.

Astronomische Arbeiten des k. k. Gradmessungs-Bureau, herausgeg. v. Dr Edmund Weiss und Dr Robert Schram. X. Band. Längenbestimmungen. Wien, F. Tempski, 1898, 1 fasc. in-4°.

Bulletin de l'Académie royale de Belgique, IVe série, t. XIII, n° 1, année 1899. Bruxelles, Hayez, 1899; 1 fasc. in-8°.

Nachrichten von der königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. Philologisch-historische Klasse, 1898, Heft 4. Mathematisch-physikalische Klasse, 1898, Heft 4. Göttingen, Lüder Horstmann, 1898; 2 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 23 janvier 1899.

Note de M. *G.-A. Miller,* Sur les groupes d'opérations :

Page 229, ligne 8, *au lieu de* si ces groupes ont le même ordre, *lisez* si les ordres de ces groupes circulaires sont différents.

(Séance du 20 février 1899.)

Note de M. *Armand Gautier,* Dosage de l'oxyde de carbone :

Page 487, ligne 16, *au lieu de* attribuent à M. Nicloux la méthode de dosage par l'anhydride de l'oxyde de carbone dilué..., *lisez* attribuent à M. Nicloux la méthode de dosage, par l'anhydride iodique, de l'oxyde de carbone dilué....



COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 MARS 1899,

PRÉSIDENCE DE M. VAN TIEGHEM.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les nombres de Betti.* Note de M. **H. Poincaré.**

« Dans un Mémoire intitulé *Analysis Situs* et inséré au *Journal de l'École Polytechnique,* j'ai énoncé un théorème d'après lequel, dans toute variété fermée, les nombres de Betti également distants des extrêmes sont égaux.

» M. Heegaard est revenu sur la question dans un travail très remarquable, intitulé *Forstudier til en topologisk teori for de algebraiske Fladers Sammenhäng*. Il considère le théorème comme inexact.

» Ces critiques sont en partie fondées; le théorème n'est pas vrai des nombres de Betti *tels que Betti les définit;* c'est ce qui résulte d'un exemple cité par M. Heegaard; c'est ce qui résultait d'ailleurs d'un exemple que j'avais moi-même rencontré dans mon Mémoire.

» Le théorème est vrai, au contraire, des nombres de Betti tels que je les définis; j'en ai trouvé une démonstration qui est fondée sur la considération des polyèdres à n dimensions et que je développerai prochainement dans un Mémoire plus étendu.

» Voici la différence des deux définitions :

» Le $p^{\text{ième}}$ nombre de Betti diminué d'une unité est le nombre des variétés à p dimensions distinctes faisant partie de la variété donnée.

» Mais il reste à définir ce qu'on doit entendre par variétés distinctes.

» Pour Betti, plusieurs variétés v_p sont distinctes quand il n'existe pas dans la variété donnée de variété à $p+1$ dimensions dont la frontière complète soit formée par l'ensemble des variétés v_p. Dans la définition que j'ai adoptée, les variétés v_p ne sont dites *distinctes* que s'il n'existe pas de variété à $p+1$ dimensions dont la frontière complète soit formée par l'ensemble des variétés v_p, répété une ou plusieurs fois. »

STATIQUE CHIMIQUE. — *Sur les cyanures doubles;* par M. **Berthelot**.

« Les cyanures jouent un rôle spécial parmi les sels, non seulement à cause de leurs formules, mais en raison du renversement des affinités ordinaires qui président aux déplacements des oxydes métalliques par les oxydes alcalins, aussi bien qu'entre certains acides forts et certains acides faibles : l'acide chlorhydrique opposé à l'acide cyanhydrique, par exemple. Ces inversions, que rien n'aurait fait prévoir d'après le simple jeu des formules ordinaires, s'expliquent au contraire de la façon la plus nette par la considération des quantités de chaleur. En fournissant les déterminations qui le prouvent, j'ai montré en même temps comment elles démontrent l'insuffisance des lois de Berthollet, basées sur la prépondérance absolue des notions de volatilité et d'insolubilité et présentées jusqu'alors comme le fondement de la statique des dissolutions. De là résulte la nécessité de subordonner ces anciennes lois aux prévisions plus générales de la Thermochimie. J'ai eu occasion récemment, dans le cours d'autres études, de faire de nouvelles observations du même ordre sur les cyanures doubles, observations que je me propose de résumer ici.

» Les cyanures doubles que j'ai étudiés sont les combinaisons du cyanure de potassium avec les cyanures de zinc, de mercure et d'argent. J'en examinerai la chaleur de formation et la constitution, en tant que dérivés de types acides complexes, plus ou moins stables, analogues à l'acide ferrocyanhydrique.

» L'existence de semblables types résultant de leur déplacement plus ou moins étendu par d'autres acides plus ou moins forts, c'est-à-dire susceptibles de former des sels dissociables par l'eau à différents degrés, tels que les acides chlorhydrique, acétique, borique, carbonique, sulfhydrique, j'ai été conduit à définir d'abord les équilibres qui résultent de l'opposition de ces acides avec l'acide cyanhydrique dans leurs sels alcalins : ce sera la première Partie du présent Mémoire.

» Dans la seconde Partie, je définirai la chaleur de formation et la constitution des cyanures doubles. Enfin, une troisième Partie sera consacrée à leurs combinaisons avec les sulfures alcalins, combinaisons où les propriétés ordinaires et normales, en quelque sorte, de certains sulfures métalliques, tels que ceux de zinc et d'argent, sont dissimulées et dès lors susceptibles d'échapper à l'analyse, si l'on n'était tenu en garde contre ce nouvel ordre de réactions.

I. — Équilibres entre l'acide cyanhydrique et les acides unis aux bases alcalines.

» Le cyanure de potassium est décomposé à froid, en totalité ou sensiblement par les acides forts, dans des dissolutions étendues, comme le montrent les chiffres suivants, obtenus vers 15° :

CyK étendu + HCl étendu dégage .... $10^{Cal},7$
Le calcul indique..... $13,7 - 3,0 = 10,7$

CyK étendu + AzO^3H étendu dégage............. $10^{Cal},7$
Le calcul indique..... $13,7 - 3,0 = 10,7$

» De même l'acide acétique

CyK étendu + $C^2H^4O^2$ étendu ...... $+10,3$
Calcul .... $13,3 - 3,0 = 10,3$

» Avec les acides faibles, la base se partage.

» L'acide phénique, monobasique, a fourni en effet :

CyK étendu + C^6H^6O étendu..................... $+1,5$
CyH étendu + C^6H^5KO étendu .... $-3,7$

» La différence $1,5 - (-3,7) = 5,2$ correspond avec celle des chaleurs de neutralisation observées séparément, soit $8,2 - 3,0 = 5,2$ pour les mêmes concentrations. On remarquera que l'acide cyanhydrique a pris les $\frac{3}{5}$ de la base dans cet essai, bien que sa chaleur de neutralisation n'atteigne pas la moitié de celle de l'acide phénique; cela tient à la dissocia-

tion plus avancée du phénate de potassium, laquelle surpasse celle du cyanure (¹). Avec les acides faibles polybasiques, les résultats dépendent des proportions relatives.

» Ainsi, l'acide sulfhydrique ($H^2S = 20^{lit}$) a fourni les résultats suivants :

(1)	H^2S étendu + 2 KCy étendu	+4,7
(2)	Na^2S étendu + 2 HCy étendu	+3,2
(3)	Na^2S étendu + HCy étendu	+3,1
(4)	NaHS étendu + HCy étendu	0
(5)	Na^2S étendu + KCy étendu	0

» Pour comprendre ces résultats, il convient de rappeler les chiffres suivants, trouvés par expérience :

H^2S étendu + 2 KOH ou NaOH étendue dégage...........	+7,7
H^2S étendu + KOH ou NaOH étendue »	+7,7

valeurs dont on conclut que, dans des dissolutions étendues, les sulfhydrates alcalins existent seuls, les sulfures K^2S et Na^2S étant décomposés par une grande quantité d'eau en sulfhydrates et alcalis libres :



$$K^2S \text{ diss.} + H^2O = KHS \text{ diss.} + KOH \text{ diss.}$$

» Ceci constaté, on voit immédiatement que la valeur + 4,7 répond à 7,7 − 3,0, c'est-à-dire à un déplacement presque complet d'une molécule d'acide cyanhydrique, CyH, par une molécule d'acide sulfhydrique, H^2S; la deuxième molécule de cyanure de potassium demeurant à peu près indécomposée. Réciproquement, l'acide cyanhydrique est sans action thermique notable sur le sulfhydrate de sulfure alcalin, comme le montre l'expérience (4). Au contraire, il sature la soude libre contenue dans les dissolutions de sulfure de sodium, en dégageant $+ 3^{Cal},1$.

» Ces diverses observations méritent attention, en tant que montrant

---

(¹) C'est ce que l'on constate sous une autre forme, en comparant, suivant la règle que j'ai établie, les chaleurs de formation du phénate et du cyanure dans l'état solide : Acide + KOH = sel + H^2O solide.

Cyanure de potassium......................	$+20^{Cal},2 - S$
Phénate de potassium......................	$+12^{Cal},4$

S étant la chaleur de solidification de CyH, laquelle ne saurait guère, d'après les analogies, surpasser 2^{Cal} à 4^{Cal}. L'acide cyanhydrique est donc en réalité plus fort que l'acide phénique.

qu'un excès d'acide sulfhydrique déplace immédiatement à peu près tout l'acide cyanhydrique uni aux alcalis dissous. Cependant les sulfhydrates de sulfure éprouvant, en réalité, un commencement de dissociation sous l'influence de l'eau, l'acide cyanhydrique leur fait subir un commencement de décomposition : ce que paraît indiquer l'excès de la valeur (2) observée avec 2HCy, soit + 3,2, sur la chaleur de neutralisation réelle + 3,0. Mais ce phénomène est à peine sensible, tant qu'on n'opère pas par distillation.

» Ici, comme avec l'acide phénique, c'est donc le degré inégal de dissociation des sels qui règle les déplacements réciproques.

» Entre les acides carbonique et cyanhydrique il existe des équilibres analogues, faciles à constater.

» Voici maintenant les résultats observés avec l'acide borique, dont j'ai tiré également parti dans mes mesures relatives aux cyanures doubles. Je rappellerai que l'acide borique est un acide polybasique à fonction complexe, les borates alcalins étant dissociés par l'eau (*Thermochimie. Données et lois numériques,* t. II, p. 123). J'ai opéré, en général, avec une dissolution renfermant 1 molécule, B^2O^3, dans 4^{lit} de liqueur.

» J'ai vérifié d'abord que l'acide borique n'exerce aucune action sensible sur une dissolution d'acide cyanhydrique. Voici les chiffres observés, vers 10° à 12° :

(1)	B^2O^3 étendu + CyH étendu	0,0
(2)	$2B^2O^3$ étendu + 2KCy étendu	+14,6
	$2B^2O^3$, Na^2O étendu (borax = 12^{lit}) + 2HCy étendu	− 3,7
(3)	$2B^2O^3$ étendu + 4KCy étendu	+16,8
	$2(B^2O^3, K^2O)$ étendu + 4HCy étendu	−11,6

» D'après le couple (2) (en admettant l'équivalence de K et de Na) la différence des chaleurs de neutralisation correspondrait à

$$N - N_1 = 18^{Cal},3,$$

ce qui répond sensiblement aux valeurs connues

$$23,5 - 6,0 = 17,5.$$

» D'après le couple (3),

$$N - N_1 = 27,4,$$

la différence des valeurs connues étant

$$39,6 - 12,0 = 27,6.$$

» On voit que les acides cyanhydrique et borique se partagent les bases alcalines : l'acide cyanhydrique en prenant $\frac{1}{6}$ environ dans le couple (2), qui répond au borax, et les $\frac{4}{9}$ environ dans le couple (3), où la proportion de la base alcaline est double et, par conséquent, le borate davantage dissocié. La répartition varie d'ailleurs avec la masse de l'eau mise en présence, laquelle, comme je l'ai observée, exerce une influence plus marquée sur la dissociation du borate que sur celle du cyanure alcalin. Mais ce point comporterait à lui seul toute une étude.

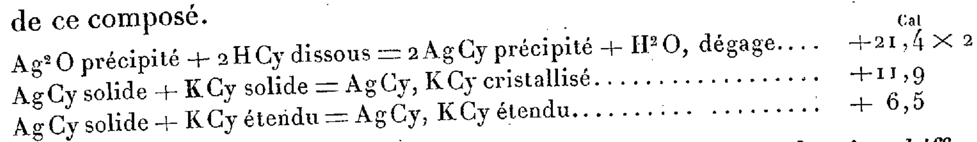
» Remarquons seulement que la dissociation chimique dans les dissolutions aqueuses, dite *hydrolytique*, offre un sens précisément contraire avec le mot dissociation dite *électrolytique :* plusun sel est stable au point de vue chimique et thermochimique, plus il est réputé dissocié électrolytiquement. Les faits sont certains, de part et d'autre; mais la dissociation n'est *réelle* que dans sa signification chimique; le sens électrolytique exprime seulement un état *virtuel*. De là résulte aujourd'hui beaucoup de confusion dans les esprits. Il est fort regrettable qu'on ait cru pouvoir employer un nom déjà consacré en Chimie par un usage antérieur et bien déterminé, pour désigner des phénomènes si différents.

II. — Cyanures doubles.

» Passons maintenant à l'étude des cyanures doubles. Je commencerai par le cyanure d'argent et de potassium, en raison du caractère monovalent des deux métaux composants.

Cyanure d'argent et de potassium.

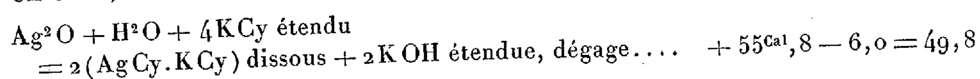
» Rappelons d'abord mes données antérieures sur la chaleur de formation de ce composé.



	Cal
Ag^2O précipité + $2HCy$ dissous = $2AgCy$ précipité + H^2O, dégage....	$+21,4 \times 2$
$AgCy$ solide + KCy solide = $AgCy, KCy$ cristallisé..................	$+11,9$
$AgCy$ solide + KCy étendu = $AgCy, KCy$ étendu..................	$+6,5$

» En présence de plusieurs molécules de KCy étendu, ce dernier chiffre peut s'élever à +9,2 et même au delà.

» En raison de ces chaleurs de formation, l'oxyde d'argent se dissout aisément dans le cyanure de potassium, en déplaçant la potasse : précisément comme le font les oxydes de mercure, de fer, etc. Le calcul indique, en effet,

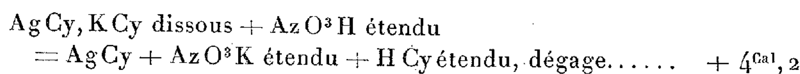


$Ag^2O + H^2O + 4KCy$ étendu
$= 2(AgCy.KCy)$ dissous $+ 2KOH$ étendue, dégage.... $+55^{Cal},8 - 6,0 = 49,8$

» Ce résultat est conforme à ceux que j'ai développés ailleurs sur la formation des cyanoferrures, du cyanure de mercure, etc.

» Traitons le cyanure d'argent et de potassium par divers acides, afin d'étudier les équilibres résultants.

» Si l'on mélange la dissolution de ce sel avec un acide fort, tel que l'acide azotique, il se précipite du cyanure d'argent, tandis que le cyanure de potassium se décompose. En effet,



$$\begin{aligned}&\mathrm{AgCy, KCy}\ \text{dissous} + \mathrm{AzO^3H}\ \text{étendu}\\&\quad = \mathrm{AgCy} + \mathrm{AzO^3K}\ \text{étendu} + \mathrm{HCy}\ \text{étendu, dégage}\ldots\ldots \quad +4^{\mathrm{Cal}},2\end{aligned}$$

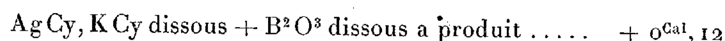
la chaleur de neutralisation de l'azotate de potasse surpassant la somme de la chaleur de neutralisation du cyanure de potassium, jointe à la chaleur de combinaison avec le cyanure d'argent. Le résultat demeure le même, à froid, en présence d'un excès d'acide azotique étendu, cet acide ne décomposant pas le cyanure d'argent.

» L'acide chlorhydrique étendu précipite de même du cyanure d'argent. Mais s'il est en excès, on obtient un mélange ou combinaison de cyanure et de chlorure d'argent, les chaleurs de neutralisation répondant à ces deux sels, soit $+21,4$ et $+20,6$, étant sensiblement les mêmes.

» Avec les acides plus faibles, tels que les acides acétique, borique, arsénieux, carbonique, se manifestent, au contraire, des phénomènes qui trahissent l'existence d'un acide complexe, l'acide argentocyanhydrique (¹), analogue à l'acide ferrocyanhydrique.

» En effet, l'acide carbonique ne détermine aucune décomposition apparente, ou précipitation, dans une dissolution de cyanure argentopotassique : ce qui montre qu'il n'y déplace pas d'une façon sensible l'acide cyanhydrique uni à la fois à l'argent et à la potasse, contrairement à l'action qu'il exerce sur le cyanure de potassium pur.

» L'acide arsénieux et l'acide borique ne produisent tout d'abord, dans la même dissolution, aucune précipitation. Cependant l'acide borique exerce une réaction, traduite par un léger dégagement de chaleur. En effet



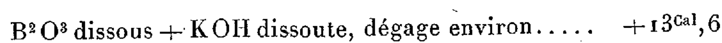
$$\mathrm{AgCy, KCy}\ \text{dissous} + \mathrm{B^2O^3}\ \text{dissous a produit}\ldots\ldots \quad +0^{\mathrm{Cal}},12$$

» Au bout de quelque temps, la liqueur éprouve un léger louche. Même observation avec l'acide arsénieux. Si l'on abandonne à elle-même, dans un vase ouvert, la liqueur obtenue avec l'acide borique, après quelques

---

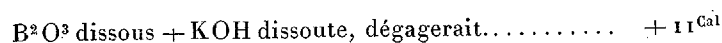
(¹) Sur cet acide, voir *Thermochimie, Données et lois numériques*, t. II, p. 374.

semaines, on y observe un faible dépôt cristallin. Il y a donc un commencement de partage, minime d'ailleurs et attribuable à ce que


B^2O^3 dissous + KOH dissoute, dégage environ..... $+13^{Cal},6$

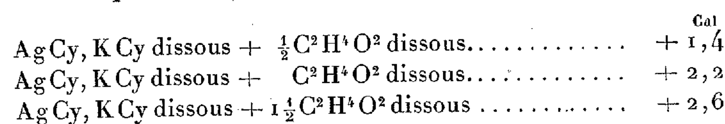
valeur fort voisine de la chaleur de neutralisation que les analogies indiquent pour l'acide argentocyanhydrique AgCy, HCy. L'aptitude à une dissociation lente de cet acide complexe en AgCy + HCy, détermine peu à peu la précipitation d'une faible quantité de cyanure d'argent.

» Si l'on se bornait à faire intervenir dans le calcul les valeurs réellement observées pour le cyanure double, depuis l'acide cyanhydrique et la potasse, pour la formation de ce sel on aurait $+3,0+6,5=+9,5$; or la production d'un borate avec les composants dissous, pour la dilution employée :


B^2O^3 dissous + KOH dissoute, dégagerait........... $+11^{Cal}$

Elle l'emporterait de $+1^{Cal},5$ environ; c'est-à-dire que, d'après les chiffres observés, un douzième environ de l'argentocyanure serait décomposé : ce qui s'accorde également avec les faits observés.

» Mais il me paraît préférable de faire intervenir dans l'explication l'acide argentocyanhydrique, lequel rend mieux compte des équilibres observés avec l'acide acétique. En effet, l'expérience a donné les résultats suivants :



	Cal
AgCy, KCy dissous + $\frac{1}{2}C^2H^4O^2$ dissous.............	+1,4
AgCy, KCy dissous + $C^2H^4O^2$ dissous.............	+2,2
AgCy, KCy dissous + $1\frac{1}{2}C^2H^4O^2$ dissous.............	+2,6

» Chacune de ces réactions est accompagnée par une précipitation de cyanure d'argent et une production d'acide cyanhydrique libre. La précipitation est d'ailleurs partielle, même en présence d'un excès d'acide acétique; mais elle augmente sous l'influence de cet excès, comme il est facile de le constater en filtrant la liqueur, avant l'addition d'un tel excès.

» La liqueur obtenue à molécules égales, étant abandonnée à elle-même dans un vase ouvert, donne lieu à la formation lente d'un dépôt cristallisé et d'une couche superficielle, également cristallisée; ces dépôts résultant de l'élimination progressive au contact de l'atmosphère de l'acide cyanhydrique, engendré par la dissociation de l'acide argentocyanhydrique.

» Les nombres trouvés plus haut résultent, comme il va être dit, de cette dissociation. Nous nous en servirons d'abord pour calculer le degré de décomposition du sel double.

» Ce sel étant supposé formé depuis l'acide cyanhydrique dissous, la

potasse étendue et le cyanure d'argent, répond, comme il a été dit, à un dégagement de $+ 9^{Cal},5$.

» La transformation totale, par l'acide acétique, en cyanure d'argent et acétate de potasse produirait $+ 13,3 - 9,5 = + 3,8$.

» D'après ces nombres, dans la réaction à molécules égales, l'acide acétique décompose un peu plus de moitié du cyanure potassique; avec $1\frac{1}{2}C^2H^4O^2$ les deux tiers. Inversement, si l'on emploie seulement un demi-équivalent d'acide acétique, cet acide s'emparerait des quatre cinquièmes environ du potassium correspondant. Ici, comme dans le cas des éthers et dans les phénomènes analogues, le minimum répond à l'action opérée à équivalents égaux.

» Mais pourquoi la décomposition n'est-elle pas totale, tout d'abord, en raison de l'inégalité entre les valeurs 13,3 et 9,5? C'est qu'ici intervient l'acide argentocyanhydrique, acide dont l'existence propre peut d'ailleurs être constatée. Si cet acide était parfaitement stable, il se produirait entre les acides acétique et argentocyanhydrique un équilibre, que le thermomètre n'accuserait pas d'ailleurs, en raison de la presque identité des chaleurs de neutralisation.

» Les dégagements de chaleur observés résultent, au contraire, de sa dissociation.

» Admettons, en effet, d'après les analogies et surtout d'après la résistance du sel double à l'action des acides borique et carbonique, admettons que la chaleur de neutralisation de cet acide soit voisine de $+ 13^{Cal},3$. On peut dès lors en évaluer la formation depuis le cyanure d'argent et l'acide cyanhydrique, $CyAg + CyH$, soit $+ 9,5 - 13,3 = - 3^{Cal},8$.

» La chaleur de formation de l'acide argentocyanhydrique serait donc négative, tandis que la chaleur de formation de ses sels est au contraire positive ($+ 6,5$ pour le sel potassique). Il en résulte que cet acide complexe ne se forme pas directement, et que s'il est obtenu par voie de double décomposition, il est instable.

» La dose de l'acide complexe, mise en liberté par l'effet des partages et équilibres opérés dans les dissolutions additionnées d'un autre acide, tendra donc à se décomposer et cette décomposition aura lieu avec un dégagement de chaleur, correspondant au caractère endothermique dudit acide complexe, dont on conçoit par là l'instabilité.

» En fait, la série des argentocyanures, résultant de l'association du cyanure d'argent avec la série des cyanures alcalins, alcalino-terreux et autres, correspond à la série des ferrocyanures, et elle a de même pour chef

de file théorique un acide complexe, dérivé de l'acide cyanhydrique associé avec un cyanure métallique et qui serait comparable par son énergie avec l'acide acétique et analogues.

» Parmi les conséquences multiples de cette conception, on peut signaler la suivante : le cyanure argentopotassique précipite les sels d'argent comme le cyanure de potassium lui-même. De là résulterait, en théorie du moins, un cyanure double AgCy, AgCy, correspondant à AgCy, KCy ; ou, si l'on aime mieux, au cyanoferrure d'argent, composé fort différent d'un mélange de deux cyanures simples. En est-il de même du cyanure argento-argentique? Pour résoudre cette question, j'ai fait les expériences que voici :

	Cal	
AgCy,KCy étendu + AzO^3Ag étendu, vers 10°, dégage... ..	+20,5	
2KCy étendu + AzO^3Ag étendu........................	+34,3	} 54,9
On ajoute une deuxième molécule AzO^3Ag	+20,6	
2KCy étendu + 2AzO^3Ag étendu, vers 10°................	+54,8	

» On a d'ailleurs, d'après les données antérieures,

	Cal		Cal
$\frac{1}{2}Ag^2O$ + HCy............	+21,4	Ag^2O + 2HCy............	+42,8
HCy + KOH................	+ 3,0	AzO^3H + KOH............	+13,8
AgCy + KCy................	+ 6,5		+56,6
AzO^3H + $\frac{1}{2}Ag^2O$............	+ 5,2		
	+36,1		
Réaction....................	+20,5		
	+56,6		

» Et encore

	Cal		Cal
2KOH + 2HCy..............	+ 5,9	2KOH + 2AzO^3H............	+27,6
Ag^2O + 2AzO^3H............	+10,4	2HCy + Ag^2O............	+42,8
	+16,3		+70,4
Réaction....................	+54,8		
	+71,1		

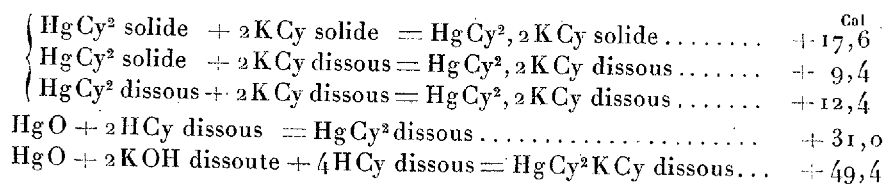
Toutes ces données concordent suffisamment en raison des légères inégalités des températures et des concentrations.

» La concordance entre ces résultats montre qu'il n'existe qu'un seul cyanure d'argent : peut-être parce que la formule moléculaire AgCy devrait être en réalité doublée.

» Mais je ne veux pas discuter ici cette question.

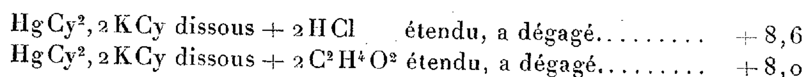
CYANURE DE MERCURE ET DE POTASSIUM : $HgCy^2, 2KCy$.

» Le cyanure de mercure forme avec la plus grande facilité des sels doubles, en s'unissant aux cyanures alcalins. J'ai fait les expériences suivantes sur le cyanure hydrargyropotassique. Rappelons-en d'abord la chaleur de formation :



	Cal
$HgCy^2$ solide $+ 2KCy$ solide $= HgCy^2, 2KCy$ solide........	$+17,6$
$HgCy^2$ solide $+ 2KCy$ dissous $= HgCy^2, 2KCy$ dissous.......	$+9,4$
$HgCy^2$ dissous $+ 2KCy$ dissous $= HgCy^2, 2KCy$ dissous.......	$+12,4$
$HgO + 2HCy$ dissous $= HgCy^2$ dissous......................	$+31,0$
$HgO + 2KOH$ dissoute $+ 4HCy$ dissous $= HgCy^2KCy$ dissous...	$+49,4$

» Voici comment ce sel double se comporte avec les acides



$HgCy^2, 2KCy$ dissous $+ 2HCl$ étendu, a dégagé.........	$+8,6$
$HgCy^2, 2KCy$ dissous $+ 2C^2H^4O^2$ étendu, a dégagé.........	$+8,0$

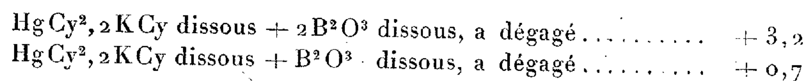
» Ces nombres répondent à une transformation presque totale du cyanure de potassium, respectivement en chlorure

$$+27,4 - (6,0 + 12,4) = 9,0,$$

et en acétate

$$+26,6 - (6,0 + 12,4) = 8,2.$$

» Avec l'acide borique



$HgCy^2, 2KCy$ dissous $+ 2B^2O^3$ dissous, a dégagé..........	$+3,2$
$HgCy^2, 2KCy$ dissous $+ B^2O^3$ dissous, a dégagé..........	$+0,7$

» Ces nombres répondent également à un déplacement presque total

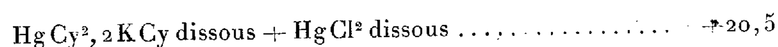
Soit pour $2B^2O^3$ de même dilution......	$+22,2 - (6,0 + 12,4) = +3,8$
Soit pour B^2O^3......................	$+19,3 - (6,0 + 12,4) = +0,9$

» Ces résultats contrastent avec ceux que fournit le cyanure argentopotassique. Ils montrent que l'acide hydrargyrocyanhydrique, $HgCy^2, 2HCy$, offrirait une stabilité bien moindre que celle de l'acide argentocyanhydrique, se trouvant entièrement dissocié dès les premiers instants de sa formation. Celle-ci offrirait, en effet, un caractère endothermique bien plus prononcé; en supposant une chaleur de neutralisation égale à 13 par équivalent d'hydrogène, soit 26,6 par molécule, l'union de l'acide cyanhydrique avec le cyanure de mercure, aurait dû absorber

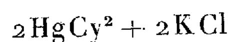
$$18,4 - 26,6 = -8,2,$$

c'est-à-dire plus du double de la chaleur absorbée dans la constitution d'une molécule argentocyanhydrique. De là résulte la prévision d'une instabilité plus grande.

» Soit encore la formation d'un cyanure dérivé de 2 atomes de mercure. J'ai cherché si elle se réalisait par la réaction du chlorure mercurique sur le cyanure double, conformément à ce qui se passe dans la réaction du même chlorure sur le cyanure de potassium. J'ai trouvé


$HgCy^2, 2KCy$ dissous + $HgCl^2$ dissous .... +20,5

» Or, la transformation donnant lieu, dans les dissolutions, à

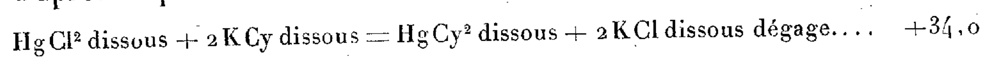

$$2HgCy^2 + 2KCl$$

produirait, d'après le calcul,

$$(+62,0 + 27,4 = 89,4) - (31,0 + 6,0 + 12,4 + 19,0 = 68,4),$$

soit + 21,0.

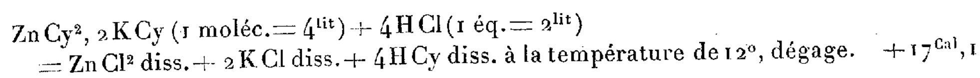
» Il y a donc formation pure et simple du cyanure mercurique ordinaire. C'est ce que l'on pouvait d'ailleurs induire de mes expériences antérieures, d'après lesquelles


$HgCl^2$ dissous + $2KCy$ dissous = $HgCy^2$ dissous + $2KCl$ dissous dégage.... +34,0

le calcul indiquant $(27,4 + 31,0 = 58,4) - (19,0 + 6,0 = 25,0) = 33,4$.

Cyanure de zinc et de potassium : $ZnCy^2, 2KCy$.

» J'ai dû déterminer d'abord la chaleur de formation de ce cyanure, à partir de ses deux composants. A cet effet, on l'a traité par 4 équivalents d'acide chlorhydrique étendus, de façon à le transformer entièrement en chlorure, avec mise en liberté d'acide cyanhydrique,

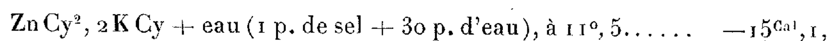

$ZnCy^2, 2KCy$ (1 moléc. = 4^{lit}) + $4HCl$ (1 éq. = 2^{lit})
= $ZnCl^2$ diss. + $2KCl$ diss. + $4HCy$ diss. à la température de 12°, dégage. $+17^{Cal},1$

État initial : ZnO hydraté, $2KOH$ étendue, $4HCl$ étendu, $4HCy$ étendu.

Premier cycle :	Cal		Cal
ZnO hyd. + $2HCy$ étendu, dég..	+16,3	ZnO hydraté + $2HCl$ étendu ...	+19,7
$2KOH$ diss. + $2HCy$ étendu....	+ 5,9	$2KOH$ dis. + $2HCl$ étendu à 12°.	+28,0
Union de $ZnCy^2$ dis. + $2KCy$ dis.	x		+47,7
Réaction de $4HCl$ étendu..	+17,1		
Total.......	x +39,3		

$$x = + 8,6.$$

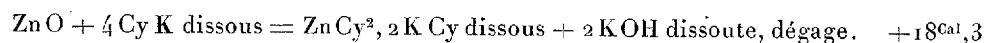
Telle est la chaleur dégagée par l'union du cyanure de potassium dissous avec le cyanure de zinc précipité, formant un sel double dissous. J'ai encore trouvé, pour la chaleur de dissolution du cyanure double :


$ZnCy^2, 2KCy$ + eau (1 p. de sel + 30 p. d'eau), à 11°,5...... $-15^{Cal},1$,

et, par suite, à l'état anhydre et solide,


$ZnCy^2 + 2KCy = ZnCy^2, 2KCy$........................ $+17,9$.

» Cette chaleur de formation est telle qu'elle permet le déplacement de la potasse unie à l'acide cyanhydrique par l'oxyde de zinc. Le calcul indique, en effet,

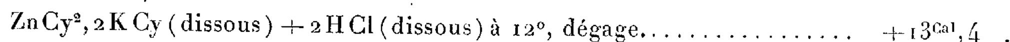

$ZnO + 4CyK$ dissous $= ZnCy^2, 2KCy$ dissous $+ 2KOH$ dissoute, dégage. $+18^{Cal},3$

» En fait, l'oxyde de zinc se dissout à froid dans le cyanure de potassium en produisant le sel double.

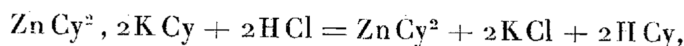
» D'après ces chiffres, la chaleur de formation du cyanure zincopotassique est fort voisine de celle du cyanure hydrargyropotassique et elle ne s'éloigne guère du double de celle du cyanure argentopotassique, lequel répond à une valence moitié moindre du métal.

» Examinons maintenant les réactions qui répondraient à la mise en liberté d'un acide zincocyanhydrique, réactions effectuées, en général, avec une dose d'acide équivalente seulement au potassium.

» 1° *Acide chlorhydrique :*


$ZnCy^2, 2KCy$ (dissous) $+ 2HCl$ (dissous) à 12°, dégage................. $+13^{Cal},4$

» En même temps le cyanure de zinc se précipite. La réaction est donc la suivante :


$$ZnCy^2, 2KCy + 2HCl = ZnCy^2 + 2KCl + 2HCy,$$

laquelle répond, d'après le calcul à 12°, à

$$+28,0 - (6,0 - 8,6) = 13,4,$$

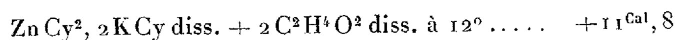
c'est-à-dire à la quantité de chaleur trouvée par expérience.

» L'acide chlorhydrique détruit donc complètement et tout d'abord le cyanure double, quand il est employé en dose équivalente au potassium.

» En fait, si dans une dissolution du cyanure double on ajoute de l'acide chlorhydrique étendu goutte à goutte, il se forme d'abord au point de contact un précipité, qui se redissout par agitation dans la masse de la liqueur.

Une proportion plus forte d'acide donne lieu à un précipité permanent, lequel croît jusqu'à une certaine limite ; au delà, il se redissout peu à peu et il disparaît en totalité, lorsque plus de 4 molécules d'acide chlorhydrique ont été ajoutées.

» 2° *Acide acétique :*



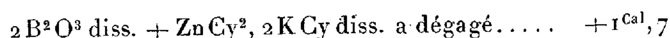
$$ZnCy^2, 2KCy \text{ diss.} + 2C^2H^4O^2 \text{ diss. à } 12^\circ \ldots\ldots \quad +11^{Cal},8$$

» Le calcul indique + 26,6 -- (6,0 + 8,6) = 12,0.

» Il y a donc déplacement à peu près total, avec précipitation de cyanure de zinc.

» 3° *Acide borique :*

» Mais le cyanure double se comporte autrement avec des acides plus faibles, tels que les acides carbonique, sulfhydrique, borique, lesquels ne donnent pas lieu à un précipité immédiat. Je reviendrai sur l'action de l'acide sulfhydrique. Signalons seulement celle de l'acide borique :



$$2B^2O^3 \text{ diss.} + ZnCy^2, 2KCy \text{ diss. a dégagé} \ldots\ldots \quad +1^{Cal},7$$

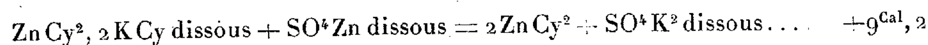
» En même temps il s'est formé peu à peu un précipité, partiel d'ailleurs. Le calcul, pour un déplacement total, indiquerait

$$+ 23 \text{ env.} - (6,0 + 8,6 = 14,6) = + 8,4.$$

Il n'y aurait donc eu qu'un cinquième du cyanure double décomposé.

» Ces résultats semblent répondre à l'existence d'un acide zincocyanhydrique : ZnCy, 2HCy, dont la stabilité serait intermédiaire entre celles des acides hydrargyrocyanhydrique et argentocyanhydrique. Sa chaleur de formation serait également négative.

» Enfin, j'ai recherché si le sel de zinc dérivé de cet acide complexe serait distinct du cyanure de zinc ordinaire. J'ai trouvé



$$ZnCy^2, 2KCy \text{ dissous} + SO^4Zn \text{ dissous} = 2ZnCy^2 + SO^4K^2 \text{ dissous} \ldots \quad +9^{Cal},2$$

le calcul indique

$$(31,4 + 32,6 = 64,0) - (16,3 + 6,0 + 8,6 + 23,4 = 54,3) = 9,7,$$

ce qui concorde, dans les limites d'erreur de mesures si nombreuses.

» J'examinerai prochainement les réactions de l'hydrogène sulfuré et des sulfures alcalins sur les cyanures doubles, réactions qui donnent lieu à des résultats très intéressants, en raison de la formation de sels triples. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *L'iode existe-t-il dans l'air?* Note de M. **Armand Gautier**.

« La découverte de la thyroïodine de E. Baumann donne un intérêt nouveau à la question de l'origine de l'iode qu'on trouve chez les animaux. On sait que la glande thyroïde, pesant chez l'homme 30gr environ à l'état frais, contient à elle seule, en moyenne, 0gr,030 d'iode. Ce principe indispensable à l'économie provient-il de l'air, de l'eau ou des aliments? Nous vient-il de ces trois origines à la fois? J'ai pensé qu'il y avait lieu d'examiner de nouveau l'air à ce point de vue.

» Je rappelle que la question de l'existence de l'iode dans l'air et les eaux de pluie ou de fleuve a déjà donné lieu à de nombreuses publications. D'après notre confrère M. A. Chatin, qui consacra plusieurs années à cette étude (1850 à 1862), l'air contiendrait à Paris $\frac{1}{80}$ à $\frac{1}{800}$ de milligramme d'iode par 10000 litres, volume que respire l'adulte en 24 heures. C'est 0mgr,00075 d'iode par litre d'air moyen ([1]). Dix litres d'eau de pluie lui fournirent $\frac{1}{5}$ à $\frac{1}{2}$ milligramme de ce métalloïde ([2]). Marchand retrouva peu de temps après l'iode dans les eaux de pluie ([3]) et Bussy, rapporteur de la Commission nommée par l'Académie des Sciences pour examiner les travaux relatifs à la présence de l'iode dans l'air et les eaux, constatait lui-même à son tour l'existence de ce métalloïde dans les eaux de pluie recueillies à l'Observatoire de Paris ([4]). Mais, d'autre part, Casaseca à la Havane, Martin à Marseille, de Lucca à Pise en opérant sur 10000 et 20000 litres d'air, Cloëz à Paris, Baumhauer à Amsterdam, Lohmeyer à Gœttingen, ne parvinrent à retrouver l'iode ni dans l'air, ni dans l'eau de pluie qui l'avait lavé ([5]).

» Ces divergences ont en partie leur raison d'être dans les quantités extrêmement petites d'iode qu'il s'agit de retrouver.

» On peut donc à cette heure se demander si l'iode existe bien dans

---

([1]) M. Chatin opérait sur des volumes de 4000 à 15000 litres d'air à la fois.

([2]) *Comptes rendus*, t. XXXI, p. 868 (1850); t. XXXII, p. 669; t. XXXIV, p. 54; t. XXXV, p. 508; t. XXXVII, p. 724; t. XXXVIII, p. 1084; t. XLVI, p. 399; t. L, p. 421. — *Archiv. des missions scientifiques*, t. III, p. 368 (1854).

([3]) *Comptes rendus*, t. XLVI, p. 807.

([4]) *Ibid.*, t. XXXV, p. 508.

([5]) Voir *Ibid.*, t. XLVII, p. 664; t. XLIX, p. 170; t. L, p. 177. — *Journal de Pharmacie et de Chimie* (1854), t. XXV, p. 192. — Journal *L'Institut*, 24 août 1853.

l'air, même aux faibles doses indiquées par MM. Chatin, Marchand et Bussy, et, au cas où il s'y rencontrerait, sous quelle forme il s'y trouve, et quelle est sa signification et son origine.

» Pour répondre à ces questions, j'ai examiné l'air recueilli *sur place* et en divers lieux : ville, bois, montagne et mer, séparant de la partie gazeuse les corps en suspension, puis examinant chaque portion attentivement.

» L'air à étudier filtrait d'abord dans un tube de verre de 8^{mm} de diamètre intérieur, à extrémité recourbée vers le sol, et placé sous un petit auvent de zinc qui le mettait à l'abri de la pluie. Ce tube était rempli, sur une longueur de 14 à 15 centimètres, de bourres de laine de verre (exempt d'iode) un peu tassées. L'air filtré se rendait ensuite par une canalisation de verre dans un barboteur tubulaire très puissant, où il se lavait dans 15 à 20 cent. cubes de lessive de potasse ($D = 1,3$) exempte d'iode (1). Il parcourait bulle à bulle ce laveur spiroïdal, sur une longueur de $1^m,50$ environ, avec une vitesse de 3^{lit} à $3^{lit},5$ à l'heure. L'air ainsi privé d'iode était enfin conduit dans une série d'appareils destinés à d'autres recherches, et de là renvoyé au compteur. Lorsque la quantité d'air circulant était reconnue suffisante, on procédait à l'examen.

» Les substances iodées se répartissaient en trois catégories : (*a*) *Substances solides déposées sur la bourre de verre et solubles dans l'eau froide* (Iodures alcalins et terreux); (*b*) *Substances déposées sur la bourre, mais insolubles dans l'eau* (Poussières iodées organiques ou organisées : schizophytes, algues, spores iodées, ...); (*c*) *Substances gazeuses dissoutes dans la potasse* (2) (Vapeur d'iode, acide iodhydrique, corps iodés organiques volatils).

» (*a*). *Iode des substances fixes solubles dans l'eau* (3). — Pour le rechercher, après avoir assujetti verticalement le tube à bourres de verre au-dessus d'un petit filtre de papier sans plis (exempt d'iode), on verse goutte à goutte dans le tube-filtre de l'eau distillée (sans iode). Les 8^{cc} à 10^{cc} d'eau nécessaires pour faire un lavage complet des parties solubles sont, après cette filtration, additionnés de $0^{gr},10$ de potasse pure, évaporés à sec au bain-marie et le produit est très légèrement calciné pour détruire la matière organique; on reprend par 1^{cc} d'eau et l'on verse sur un tout petit filtre placé sur un tube à essai; on lave goutte à goutte à l'eau distillée, et refroidissant la liqueur dans la glace, on la sursature avec de l'acide sulfurique étendu (exempt

(1) La potasse du commerce en contient généralement. Un dosage nous a donné $0^{mgr},16$ d'iode pour 100^{gr}. Celle que nous employons en est tout à fait exempte.

(2) Je me suis assuré directement que, dans mon absorbeur, 10^{lit} d'air contenant seulement $0^{mgr},010$ d'iode libre cèdent entièrement ce métalloïde à la potasse.

(3) Les divergences des auteurs tenant surtout aux méthodes qu'ils ont employées, je crois devoir donner ici des renseignements précis sur le procédé opératoire que j'ai suivi.

d'iode). Le volume total ne doit pas dépasser $2^{cc},5$. On ajoute alors $0^{cc},5$ de sulfure de carbone rectifié, puis un tiers de cent. cube d'une solution de nitrite de soude au $\frac{1}{20}$; on bouche le tube qui doit être presque plein, on l'agite bien et on le replace dans la glace. Tout l'iode est ainsi recueilli par le sulfure de carbone qui se colore en rose violacé. On compare cette coloration avec celle que donne une gamme de liqueurs d'iodure de potassium titré traitées de même et répondant, sous même volume, à $\frac{1}{300}$, $\frac{2}{300}$, $\frac{3}{300}$, ..., $\frac{10}{300}$ de milligramme d'iode; on conclut de cette comparaison à la quantité d'iode cherchée. On peut ainsi apprécier des différences de $\frac{1}{200}$ à $\frac{1}{300}$ de milligramme.

» (*b*). *Iode des substances solides insolubles dans l'eau.* — La bourre de coton de verre lavée à l'eau froide, et le petit filtre où sont passées les eaux de lavage ci-dessus et où s'est déposée une partie des matières insolubles, sont introduits à froid dans une solution très concentrée de potasse pure mêlée de potasse en plaque (2,5 fois le poids de la matière à attaquer) placée dans une capsule de nickel [1] exempt d'iode; on chauffe lentement jusqu'à fusion ignée. Après avoir maintenu la potasse fondue durant trois à quatre minutes, on laisse refroidir, on reprend par un peu d'eau distillée, on lave la capsule et l'on verse le tout, sans filtrer, dans une éprouvette étroite entourée de glace. Au moyen d'un entonnoir à long col, on fait tomber au fond du mélange de l'acide sulfurique pur étendu d'eau, jusqu'à saturation complète; on réalcalinise avec une goutte de potasse pure et l'on filtre; la liqueur claire est évaporée au bain-marie jusqu'à commencement de cristallisation du sulfate de potasse; on ajoute alors au magma de l'alcool à 83° cent. tant qu'il se fait un précipité, on laisse refroidir et filtre de nouveau [2]. La liqueur alcoolique claire est *mélangée de son volume d'eau*, évaporée au bain-marie, enfin traitée comme il est dit en (*a*).

» (*c*). *Iode des parties gazeuses lavées dans la lessive de potasse.* — Cette lessive est mélangée de 2 volumes d'eau, introduite dans une longue éprouvette placée dans la glace, puis saturée par SO^4H^2 étendu avec les précautions indiquées en (*b*); on continue ensuite comme il a été dit ci-dessus.

» En opérant ainsi, on peut recueillir dans 1^{cc} de sulfure de carbone jusqu'à $\frac{1}{300}$ de milligramme d'iode, et en apprécier comparativement la coloration. On peut même, avec quelques précautions supplémentaires, laver avec $\frac{1}{2}$ centimètre cube de sulfure les 2 cent. cubes de liqueur aqueuse définitive contenant tout l'iode et en retrouver $\frac{1}{600}$ de milligramme [3].

---

(1) Il vaut mieux que le cuivre ou le fer qui contiennent souvent de l'iode.

(2) Mon préparateur, M. P. Bourcet, qui fait en ce moment des dosages d'iode dans les matières alimentaires, a un peu modifié cette méthode; il n'attend pas la cristallisation des sulfates et ajoute l'alcool à 93° cent. à la liqueur aqueuse un peu concentrée, de façon à précipiter les sels à l'état grenu tout en laissant en dissolution la totalité des iodures et iodates.

(3) Je me suis assuré que l'iode des iodures, aussi bien que celui des iodates (mais celui-ci un peu plus lentement), est mis en liberté, par le gaz nitreux, pourvu que l'on ajoute environ 10 fois la quantité d'azotite théorique. L'opération du déplacement de l'iode et de l'agitation avec le sulfure doit se faire en liqueurs glacées et dans des tubes presque pleins et bouchés si l'on ne veut s'exposer à perdre un peu d'iode en vapeur. On abandonne ensuite à la température ambiante pour juger de la coloration.

» Telles sont les précautions nouvelles que je recommande pour appliquer cette méthode déjà ancienne [1]. Voici maintenant mes résultats.

A. — Air de Paris.

I. Air du boulevard Saint-Germain (École de Médecine) pris à 3m,80 au-dessus de la chaussée, recueilli de mai à novembre 1898. Temps variable, généralement beau.

Volume d'air (température et pression variables) : 1450lit.

Iode fixe, soluble dans l'eau (iodures, etc.)	Nul
Iode fixe, insoluble dans l'eau (poussières, algues, spores, etc.).	Expérience perdue
Iode volatil, arrêté par la lessive de potasse (I, HI, etc.)	Nul ou moins de $\frac{1}{300}$ de milligramme

II. Air aspiré au même lieu, dans les mêmes conditions, de novembre 1898 à mars 1899.

Volume total de l'air (température et pression variables) : 3868lit.

Iode fixe soluble	Nul
Iode fixe insoluble	$\frac{1}{200}$ de milligramme
soit en moyenne pour 1000lit d'air (calculé à 0° et 760mm)	0mgr,00135
Iode volatil (I, HI, vapeur d'iodoforme, etc.)	Nul ou moindre que $\frac{1}{300}$ de milligramme

B. — Air des bois.

III. Air des bois de Lainville (Seine-et-Oise); forêt de chênes, bouleaux et châtaigniers; altitude : 170m. Expériences faites les 27, 28 et 29 juillet 1898. Beau temps, petite pluie durant une demi-journée, air du jour et de la nuit.

Volume d'air : 280lit (*calculé à* 0° *et* 760mm).

Iode sous ses trois formes... Nul ou inférieur à $\frac{1}{500}$ de milligramme

C. — Air de la haute montagne.

IV. Air pris au pied du pic du Canigou (Pyrénées-Orientales) au fond de la vallée rocheuse du *Pla de Cadi*. Altitude 2400m. Solitude absolue; beau temps. Air aspiré jour et nuit à 2m au-dessus d'un grand névé. Expériences faites les 6, 7 et 8 août 1898.

Volume d'air (réduit à 0° *et* 760mm) : 184lit,7.

Iode fixe (soluble dans l'eau)	Nul
Iode fixe (insoluble dans l'eau)	Non cherché
Iode volatil	Nul

(1) Rabourdin, *Comptes rendus*, t. XXXI, p. 784 (1850).

D. — Air de la mer.

V. Expériences faites les 22, 23, 24 et 25 octobre 1898, au phare de Rochedouvres établi sur un rocher dans la Manche, à 60 kilomètres environ des côtes. Bon vent du large W.-N.-W., soufflant du plein Atlantique depuis plusieurs jours. Beau temps. Air aspiré nuit et jour à 13^{m} au-dessus du niveau de la plus haute mer.

Volume d'air aspiré (réduit à 0° et 760^{mm}) : 331^{lit}.

Iode fixe, soluble dans l'eau (Iodures)	Nul ou moindre que $\frac{1}{500}$ de milligramme
Iode fixe, insoluble (Diatomées, algues, spores, etc.)	$0^{mgr},0055$
soit, par 1000^{lit} d'air (calculé à 0° et 760^{mm}).	$0^{mgr},0167$
Iode gazeux (I, HI, etc.)	Nul

» Il résulte de ces faits que :

» 1° L'air de Paris contient moins de $\frac{1}{500}$ de milligramme d'iode libre ou à l'état de gaz iodés dans 4000 litres d'air environ. Sous cette forme, l'iode n'existe pas, ou n'existe pas en quantité sensible, dans l'air de Paris, ni dans celui des bois, de la montagne ou de la mer;

» 2° Il en est de même de l'iode qui pourrait, à la rigueur, se trouver dans l'air à l'état de sels solubles (iodures ou autres), en poussières extrêmement ténues;

» 3° Au contraire, pourvu qu'on agisse sur 2000 à 3000 litres à Paris, sur 200 à 300 litres à la mer, on trouve dans l'air une petite quantité d'iode sous une forme fixe et insoluble dans l'eau. Cet iode ne devient sensible qu'après que la bourre de coton de verre où il s'est déposé a subi l'action de la potasse fondante. Ce métalloïde semble donc contenu dans l'air sous forme de principes iodés complexes, peut-être d'algues, lichens, mousses, schizophytes ou spores en suspension.

» En effet, sous cette forme d'iode organique en suspension dans l'air, nous avons trouvé :

Sur 1000^{lit} à Paris	$0^{mgr},0013$
» à la mer	$0^{mgr},0167$

C'est-à-dire que l'air de la mer contient treize fois plus d'iode dans ses corpuscules en suspension que l'air de la ville. Il semble qu'on puisse induire de cette constatation que la mer est l'origine principale de l'iode atmosphérique, et qu'étant données la forme insoluble de cet iode, sa façon de se conduire avec la potasse, l'absence complète de poussières minérales à la mer quand le vent vient du plein Océan, ce métalloïde doit exister dans l'air à l'état organique, probablement même organisé. On sait que le *plankton* des eaux de la mer est formé d'un immense réseau d'infusoires,

diatomées, algues, etc. qui vivent surtout à la surface des eaux et envoient dans l'air marin leurs spores, leurs produits et débris de toute sorte.

» S'il en est ainsi, si l'iode nous vient surtout de corps organisés, non seulement les particules en suspension dans l'air des villes (et surtout de celles qui ne sont pas très éloignées des mers, comme Paris) doivent contenir un peu d'iode, mais ce corps entrant dans la composition des parties en suspension les plus légères, telles que les levures, mousses, algues, spores ou bactéries, l'iode doit être d'autant plus abondant dans les poussières qu'elles auront été recueillies sur des points plus élevés.

» C'est ce que j'ai constaté, en effet. De fines poussières que j'ai recueillies à 40^m au-dessus du sol, sous la colonnade du dôme du Panthéon où le public ne va pas, et où elles se déposent à l'abri de la pluie, mais non du vent qui sans cesse enlève leurs particules les plus légères, contenaient :

Iode pour 100^{gr} de poussières................. $0^{mg},066$

» Plus haut, à 77^m au-dessus de la rue, sous le bandeau de pierre calcaire de la lanterne qui surmonte le dôme de cet édifice, j'ai recueilli une matière noir-verdâtre, lichénoïde, formée de parties ténues, un peu adhérentes à la pierre, mélange de particules charbonneuses et minérales, de mousses microscopiques, algues, bactéries, débris organisés divers [1] qui m'ont donné :

Iode pour 100^{gr}............................ $0^{mg},551$

» Ce dépôt poussiéreux [2] formé à 77^m au-dessus de la ville contient donc une quantité d'iode plus de huit fois supérieure à celle que l'on trouve dans les poussières plus lourdes déposées 37^m plus bas.

» L'iode de l'air se trouve donc accumulé dans les parties les moins denses des poussières; il ne devient sensible qu'après fusion à la potasse; il est surtout abondant dans l'air de la pleine mer où ne se rencontrent pas de poussières minérales insolubles, mais où sont emportées les spores, algues, et débris du plankton : toutes ces constatations nous portent à penser que la majeure partie de l'iode de l'air paraît surtout originaire d'algues microscopiques ou de spores iodées d'origine marine, sans que rien démontre toutefois que les végétaux terrestres inférieurs ne puissent fournir aussi une partie de ce métalloïde.

---

(1) Notre savant confrère, M. Bornet, a bien voulu examiner ce dépôt et s'assurer de la présence des algues, mousses, etc., et débris organisés qui le forment en partie.

(2) J'y ai trouvé : Matière minérale, 69,3; matière organique, 14,02; eau, 16,70.

» Il ne paraît pas que l'iode existe dans l'air, du moins *en quantité sensible*, à l'état de vapeur provenant de la décomposition, expérimentalement établie, des iodures alcalins par l'oxygène en présence de l'acide carbonique (*Berthelot*) ou par l'ozone atmosphérique. Je n'en ai pas trouvé sous cette forme $\frac{1}{500}$ de milligramme dans 4000^{lit} d'air. L'air de Paris, des bois, de la montagne et de la mer elle-même ne m'en a pas fourni davantage, soit à l'état organique, soit à l'état d'acide iodhydrique, soit sous celui d'iodures alcalins ou terreux issus de la mer ou du sol.

» Je montrerai, d'ailleurs, dans une Note prochaine, combien est elle-même petite la quantité de chlorure de sodium que l'air de la mer charrie à l'état de poussières et d'embrun. »

PHYSIQUE. — *Essai sur une forme nouvelle de la relation $f(pvt) = 0$; cas de l'état de saturation*. Note de M. **E.-H. Amagat.**

« I. La forme compliquée de la fonction que j'ai proposée récemment ne paraît pas devoir se prêter facilement, par l'emploi d'une méthode analogue à celle suivie par Clausius, au calcul des données relatives à la saturation; on peut cependant se rendre compte, dans une certaine mesure, du degré d'approximation avec laquelle elle satisfait, dans ces conditions, aux données expérimentales.

» Admettons, pour un instant, qu'on possède les valeurs rigoureusement exactes des volumes de vapeur et de liquide à saturation, si l'on substitue à v dans la formule l'une ou l'autre de ces valeurs relatives à une température donnée, le calcul devra conduire à deux valeurs de p égales entre elles et à la tension maxima correspondante. Il faut bien remarquer la difficulté de l'épreuve ainsi tentée; le désaccord pourra provenir non seulement de l'insuffisance de la formule, mais encore de ce fait que, précisément à cause de cette insuffisance, les valeurs numériques des volumes pourront ne pas être strictement celles qui correspondent à l'état de saturation défini par cette même formule et à la température choisie; il est facile de voir d'après la forme des courbes, notamment celle des densités, que les divergences résultant de cette double cause d'erreur peuvent atteindre, quand on s'approche du point critique, des valeurs de beaucoup supérieures à celles qui correspondraient à la courbe de saturation réellement contenue dans la formule, mais dont le calcul, par suite de la complication de celle-ci, serait extrêmement pénible.

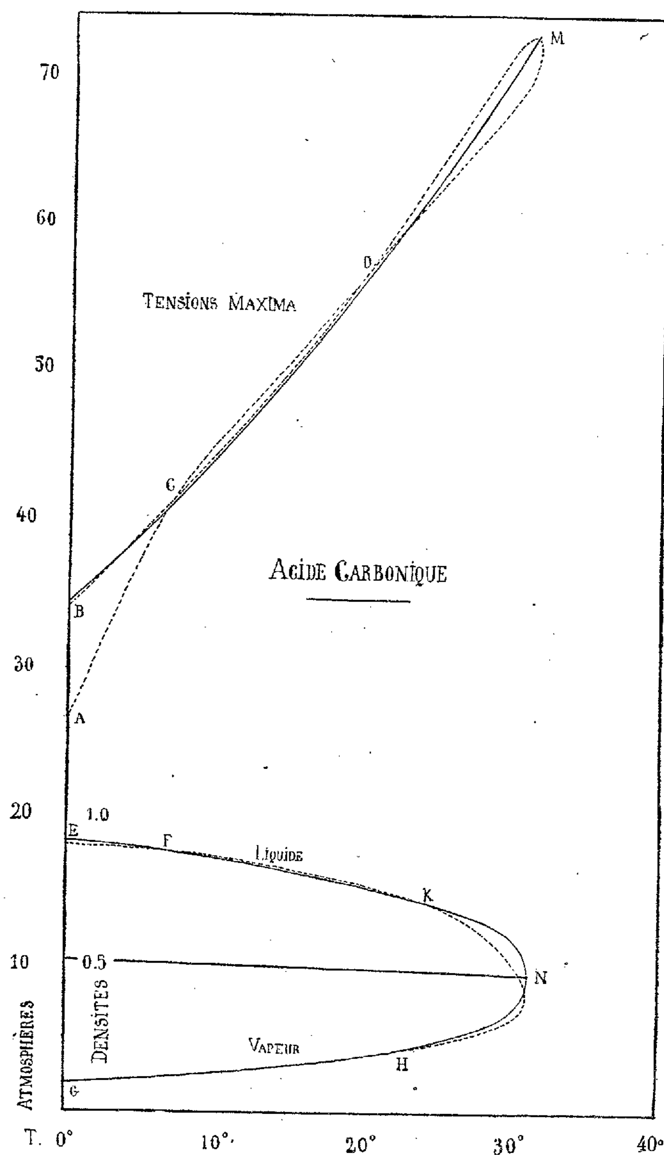
» Le Tableau suivant, qui se comprend sans explication, montre que les écarts entre les pressions calculées et observées sont parfaitement tolérables, si l'on tient compte des difficultés signalées plus haut. Les divergences les plus fortes portent sur les pressions déduites des volumes de liquide, mais les tensions expérimentales sont généralement comprises entre les pressions calculées et très peu différentes de leurs moyennes.

Acide carbonique (*courbe de saturation*).

T.		Volumes.	π.	Tensions calculées.	Moyenne.	Tensions expérimentales.
0°	vapeur	0,020593	atm 14,8	atm 34,0	"	atm 34,3
	liquide	0,002163	438,9	"		
5°	vapeur	0,017342	19,8	39,2	atm 38,3	39,0
	liquide	0,002226	422,8	37,4		
10°	vapeur	0,014865	25,8	44,3	44,75	44,2
	liquide	0,002310	405,6	45,2		
15°	vapeur	0,012513	34,5	50,2	50,35	50,0
	liquide	0,002429	385,6	50,7		
20°	vapeur	0,010405	46,85	56,7	56,75	56,3
	liquide	0,002581	360,95	56,8		
25°	vapeur	0,008238	68,8	64,3	63,45	63,3
	liquide	0,002812	327,4	62,6		
30°	vapeur	0,005919	115,85	72,0	70,25	70,7
	liquide	0,003306	268,8	68,5		
31°	vapeur	0,0050433	149,1	72,7	71,35	72,3
	liquide	0,0036884	233,4	70,0		
31°,25	vapeur	0,004685	166,5	72,5	71,75	72,8
	liquide	0,003978	210,5	71,0		
31°,35	vapeur	0,004261	191,1	71,9	71,9	72,9
	liquide	0,004261	191,1	71,9		

» L'ensemble des écarts se voit de suite sur la figure ci-contre : à la partie supérieure, la courbe des tensions maxima $p = f(t)$ est représentée en trait plein; l'ensemble des deux courbes calculées est tracé en trait ponctué, celles-ci se raccordent vers le point critique en M, après s'être coupées deux fois en C et D sensiblement sur la courbe expérimentale. De B en C, la courbe calculée avec les volumes de vapeur coïncide presque avec la courbe expérimentale; de C en A les divergences considérables que présente la courbe provenant des volumes de liquide ne correspondent en

réalité qu'à de faibles différences pour les densités correspondantes; c'est ce que montrent bien les courbes expérimentale (trait plein) et calculée



des densités de liquide et de vapeur reproduites à la partie inférieure de la figure; les petites différences qu'on voit de E en F entraînent dans le calcul des pressions correspondantes les écarts considérables qu'on voit

de A en C; or, ces petites différences sont presque de l'ordre de grandeur des erreurs expérimentales possibles, et encore dois-je ajouter que la dernière détermination expérimentale (ainsi que cela est indiqué sur la courbe de ma Note du 16 mai 1892) correspond à près de 2°; la courbe a été prolongée, d'après son allure, jusqu'à zéro.

» On voit, en résumé, que les courbes de densité à saturation coïncident presque jusqu'en K, H, et que la déformation de la courbe calculée, entre KH et le point critique N, s'explique aisément après les remarques faites plus haut.

» Je dois encore rappeler que la forme $[v - \varphi(v)T]$ du numérateur de π' (Note précédente) a été établie en partant de ce fait que, pour un volume constant donné, la valeur de $\frac{d\pi'}{dt}$ est sensiblement constante. En réalité, pour qu'il en soit rigoureusement ainsi, il faudrait que le coefficient de pression $\frac{dp}{dt}$ soit lui-même rigoureusement fonction du volume seul; en effet, de la valeur de π', soit $\frac{p_0 v_0}{v} - p$, on tire à volume constant

$$\frac{d\pi'}{dt} = \frac{1}{v}\frac{d(p_0 v_0)}{dt} - \frac{dp}{dt};$$

comme $\frac{d(p_0 v_0)}{dt}$ est constant (le gaz devant être considéré comme parfait pour l'ordonnée initiale $p_0 v_0$) $\frac{d\pi'}{dt}$ ne sera fonction du volume seul que si le coefficient de pression est dans le même cas. Or, ainsi que je l'ai fait remarquer depuis longtemps, les recherches faites jusqu'ici ne permettent pas d'affirmer qu'il en soit rigoureusement ainsi; j'inclinerais à considérer le fait comme une loi limite dont les variations toujours très petites sont encore mal connues. Si donc ces variations, quoique très petites, existent le numérateur de π' serait de la forme $[v - \varphi(vt)T]$; la complication ainsi introduite serait peut-être compensée par une simplification du dénominateur; si l'on considère en effet que, dans le terme v^m, m varie très peu et que sa valeur moyenne est très voisine de 3, on ne peut s'empêcher de se demander si les légères modifications du numérateur dont je viens de parler ne réduiraient pas le dénominateur au seul terme kv^3.

» Enfin, je dois faire remarquer encore que l'asymptote correspondant aux petits volumes, de l'hyperbole du dénominateur de π', n'a pu être déterminée avec précision, faute de données expérimentales relatives à des pressions suffisamment élevées; il peut se faire que les deux asymptotes ne doivent pas avoir la même inclinaison sur l'axe des volumes ainsi que cela résulte actuellement de l'équation de l'hyperbole; dans tous les cas il faudrait se garder d'interpoler au delà des limites des plus petits volumes compris dans mes Tableaux.

» II. La valeur du terme R (0,00368) est légèrement supérieure à l'inverse

de la température absolue à zéro (0,003663) considérée quelquefois comme valeur commune de ce terme pour les différents gaz, il ne saurait en être autrement avec la forme de fonction adoptée ici; cette fonction donne en effet à zéro, pour $p = 1$ et $v = 1$,

$$1 + \pi' = RT = R \times 273.$$

» Or, dans ces conditions la valeur donnée ci-dessus de π' se réduit à $(p_0 v_0 - 1)$, quantité évidemment positive pour tous les gaz étudiés sauf l'hydrogène, par suite R est supérieur à l'inverse de 273; pour que R soit égal à $\frac{1}{273}$ il faudrait rapporter la formule à la masse de gaz telle, que pv sous une pression extrêmement faible (soit, pour l'ordonnée initiale $p_0 v_0$) soit égale à l'unité; dans ces conditions, en effet, π' pourrait être considéré comme nul, et l'on aurait

$$p_0 v_0 = 1 = RT = R \times 273.$$

» Si donc on prolonge l'isotherme à zéro du réseau actuel jusqu'à l'axe des pv, et si $1 + \varepsilon$ est l'ordonnée $p_0 v_0$ ainsi obtenue, la masse de gaz pour laquelle cette ordonnée initiale aurait pour valeur l'unité serait évidemment égale à celle à laquelle se rapporte actuellement le réseau, divisée par $1 + \varepsilon$.

» C'est aux masses déterminées ainsi pour les différents gaz qu'il serait rationnel de rapporter les réseaux et les formules qui les représentent, car ce sont celles qui, à zéro et sous une même pression extrêmement faible, c'est-à-dire dans les conditions où les gaz peuvent être considérés comme parfaits, occuperaient le même volume; ce sont donc ces mêmes masses qu'il conviendrait de faire intervenir dans les théories relatives aux équivalents en volume, à la loi d'Avogadro-Ampère et aux diverses questions qui s'y rattachent; les résultats auxquels on arriverait ainsi reviendraient au fond théoriquement à ceux qui ont été calculés l'année dernière par M. D. Berthelot.

» Il faudrait, pour arriver à de bons résultats, poursuivre l'étude expérimentale des isothermes jusque sous des pressions suffisamment faibles, tout en restant dans les limites où les erreurs relatives que comporte leur mesure ne commencent pas à devenir notables; on éviterait ainsi l'incertitude que présentent forcément soit l'extrapolation, soit le prolongement graphique des courbes à partir de points trop éloignés de l'ordonnée initiale. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'interprétation d'un nombre restreint d'observations.* Note de M. **E. Vallier.**

« On sait que, lorsque l'on dispose d'un grand nombre d'observations pour la mesure d'une quantité, la règle de la moyenne arithmétique est justifiée par la théorie de Laplace et par l'expérience et que, dans ce cas, une mesure s'écartant même notablement de cette moyenne ne doit être écartée que si l'on reconnaît une cause vraisemblable et intrinsèque à l'infériorité de cette mesure suspecte. Du reste, si le nombre d'épreuves est élevé, l'influence de cette mesure particulière n'est pas considérable et ne modifie pas en général la valeur finale, d'une quantité appréciable et supérieure aux écarts inévitables résultant du fait même de l'observation.

» Mais il n'en est pas de même lorsque l'on ne dispose que d'un nombre très restreint d'observations. Dans ce cas, en effet, la mesure exceptionnelle en question prend une importance considérable, et son poids, pris égal à celui de chacune des autres mesures, a de ce fait une valeur certainement trop élevée.

» Aussi la plupart des expérimentateurs ont-ils posé des règles d'élimination pour de pareils cas. La plus usuelle est celle qui consiste à rejeter une mesure qui s'écarte de la moyenne de plus de quatre écarts probables, admettant tacitement que dans une série d'épreuves très nombreuses une telle mesure ne se reproduirait pas, et que, par suite, son influence doit être considérée comme négligeable.

» Il n'en est pas moins vrai qu'il y a là une mesure arbitraire et dangereuse, et que l'on se trouve amené à des conséquences singulières.

» Supposons, par exemple, une série de pesées, et dans cette série une pesée très forte : cette dernière augmentera la moyenne d'une quantité vraisemblablement trop considérable et qui croîtra avec le poids suspect; mais on remarquera que, si ce poids est assez fort pour qu'on lui applique la règle d'exclusion, le fait d'avoir enregistré ce poids semblant trop élevé conduira à un résultat final moindre que s'il avait été un peu moins fort.

» Effectivement, soient M la moyenne des $n-1$ pesées régulières, p la pesée suspecte; le poids moyen a pour mesure

$$P = \frac{(n-1)M+p}{n} = M + \frac{p-M}{n};$$

il est donc supérieur à M, et croît avec p jusqu'à ce que p atteigne une cer

taine valeur p', auquel cas on admet

$$P = M + \frac{p' - M}{n};$$

mais, si p se trouve supérieur à cette valeur p', définie par la règle d'exclusion adoptée, le poids P retombe à la valeur M, de telle sorte qu'à un accroissement de poids constaté répond une réduction de la valeur adoptée.

» Il y a donc intérêt à rechercher une règle dispensant de recourir à l'élimination d'une mesure suspecte, s'il n'y a d'autre raison à invoquer à l'appui que la valeur même de cette mesure, tout en tenant compte des indications fournies par la théorie des probabilités.

» La discussion de nombreuses expériences de toutes sortes m'a conduit à formuler la règle développée ci-dessous, en utilisant les travaux de M. le Dr Thiele [1], de Copenhague.

» Ce savant a recherché comment l'on pouvait mettre en formule une suite d'observations expérimentales, et a été conduit à un développement en série se réduisant naturellement à la fonction exponentielle lorsque le nombre des observations croît indéfiniment.

» J'ai vérifié que cette série pouvait très sensiblement, dans la pratique, se réduire à ses deux premiers termes : dans ces conditions, si l'on désigne par x l'écart d'une mesure par rapport à la moyenne arithmétique, par s_2 et s_3 la somme algébrique des carrés et des cubes des écarts observés, par n le nombre des observations, par h^2 l'inverse de l'écart moyen quadratique, la loi de probabilité des écarts s'écrit

$$\varphi(x) = K e^{-h^2 x^2}\left[1 - \frac{s_3 h^4}{6n}(3x - h^2 x^3)\right].$$

» Sous cette forme, on voit immédiatement que la mesure la plus probable n'est plus la moyenne arithmétique, mais cette dernière augmentée de la racine de l'équation $\varphi'(x) = 0$.

» Cette équation s'écrit

$$6nx + 3s_3 h^2\left(1 - 2h^2 x^2 + \frac{h^4 x^4}{3}\right) = 0,$$

dont la racine a pour valeur approchée

$$x = -\frac{s_3 h^2}{2n} = -\frac{1}{2}\frac{s_3}{s_2},$$

(1) Voir *Bulletin des Sciences mathématiques*, t. XIV, p. 73.

le facteur entre parenthèses ne différant généralement pas de l'unité d'une valeur supérieure à l'approximation fournie par l'observation.

» Ainsi, lorsque l'on ne dispose que d'un nombre très restreint d'observations et que parmi les mesures relevées il s'en présente une différant notablement des autres, sans cause vraisemblable et intrinsèque d'élimination, il convient, au lieu de l'écarter purement et simplement, d'ajouter à la moyenne arithmétique, en grandeur et en signe, la quantité $-\frac{1}{2}\frac{s_3}{s_2}$, s_2 et s_3 étant respectivement les sommes algébriques des carrés et des cubes des écarts pris par rapport à la moyenne. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Géographie et Navigation, en remplacement de M. *Manen*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 52,

Le R. P. Colin obtient	46 suffrages,
M. Normand (Augustin)	5 »

Il y a un bulletin blanc.

Le R. P. **Colin**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions chargées de juger les concours de 1899.

Le dépouillement des scrutins donne les résultats suivants :

Grand prix des Sciences physiques. — MM. Milne-Edwards, de Lacaze-Duthiers, Perrier, Filhol, Bornet.

Prix Bordin (question proposée pour 1898, remise à 1899). — MM. Darboux, Poincaré, Picard, Appell, Jordan.

Prix Bordin (question proposée pour 1899). — MM. Milne-Edwards, Perrier, de Lacaze-Duthiers, Filhol, Ranvier.

Prix Fourneyron. — MM. Maurice Lévy, Boussinesq, Léauté, Sarrau, Sebert.

Prix Pourat. — MM. Marey, Chauveau, d'Arsonval, Ranvier, Bouchard.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MM. **M.** et **A. Campagne** adressent une Note relative à un traitement anticryptogamique et insecticide de la Vigne, au moyen d'une bouillie formée de parties égales de térébenthine alcalinisée et de sulfate de cuivre trituré.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Ouvrage de M. *Tisserand* intitulé : « Leçons sur la détermination des Orbites [1] ».

Cet Ouvrage contient les Leçons que notre regretté Confrère a professées à la Sorbonne, dans sa dernière année d'enseignement, et qui ont été recueillies par M. *Perchot*. Il est précédé d'une Préface de M. *H. Poincaré*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale un Volume de M. *Edmond Fournier*, intitulé : « Stigmates dystrophiques de l'hérédo-syphilis ». (Présenté par M. Lannelongue, pour le concours des prix de Médecine et Chirurgie, fondation Montyon.)

M. **F.-R. Helmert**, élu Correspondant pour la Section de Géographie et Navigation, adresse ses remercîments à l'Académie.

ASTRONOMIE. — *Observation de la comète Swift* (1899, *a*), *faite au grand équatorial de l'observatoire de Bordeaux*. Note de M. **F. Courty**, transmise par M. G. Rayet.

Comète Swift (1899, *a*).

Date. 1899.	Étoile.	Temps sidéral de Bordeaux.	Δα comète.	ΔⓅ comète.	Observateur.
Mars 11......	(1)	6h32m6s,39	−1m8s,76	−2′57″,50	F. Courty

[1] Paris, Gauthier-Villars, 1899.

Position moyenne de l'étoile de comparaison pour 1899,0.

Étoile.	Autorité.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
(1).	$\frac{1}{2}$(AW., 1819.— Paris, 3997)	3h16m5s,90	+0s,83	107°53′7″,79	+4″,37

Position apparente de la comète Swift.

Date. 1899.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
Mars 11.....	7h15m11s,42	3h14m57s,97	$+\bar{1},526$	107°50′14″,7	—0,897

La comète est très brillante, mais elle n'est pas visible à l'œil nu comme l'avait dit la première dépêche de Swift.

ASTRONOMIE. — *Sur deux anciennes averses des Biélides.* Note de M. **D. Eginitis**, présentée par M. M. Lœwy.

« Outre la pluie des Biélides dont nous avons entretenu dernièrement l'Académie, nous venons d'en trouver deux autres, plus anciennes encore. Le chroniqueur Théophane cite une très riche averse, produite pendant le règne de Justinien dans l'année de la fameuse *révolte de Nika*.

« Pendant la même année, dit-il, une grande course d'étoiles s'est produite *depuis le soir jusqu'à l'aube*; tout le monde s'en étonnait et disait que les étoiles tombaient et qu'on n'avait jamais vu une telle chose. »

» Malheureusement le chronologiste ne nous donne pas le mois dans lequel le phénomène fut aperçu. Mais si l'on tient compte que cette pluie, étant observée depuis le soir jusqu'à l'aube, ne peut appartenir à aucun des principaux essaims connus, excepté celui des Andromeides, il n'est pas improbable qu'elle provienne de cet essaim. Mais ce qui nous confirmerait dans cette idée, c'est l'année de l'observation du phénomène. La révolte de Nika a eu lieu en 532; le phénomène en question fut donc observé 220 ans avant l'apparition des Biélides que nous avons signalée récemment, ce qui correspond *exactement* à 11 périodes de 20 ans, périodes dont chacune équivaut à trois périodes de la comète de Biéla. Cette coïncidence, qui ne nous paraît pas pouvoir être fortuite, rend plus que probable notre supposition précédente que la pluie en question appartient aux Biélides.

» Parmi les faits du règne de l'empereur Justinien, le chroniqueur

Cédrinos cite l'observation d'une abondante pluie d'étoiles filantes, produite en 558, *depuis le soir jusqu'au matin*. Malheureusement, cet écrivain ne nous donne non plus ni le jour, ni le mois même de la manifestation du phénomène, et, par conséquent, nous ne pouvons pas nous prononcer avec certitude s'il appartient ou non à quelqu'un des principaux essaims connus. Mais, puisque, de même que dans le cas précédent, il a commencé dès la fin du crépuscule, s'il est dû à quelqu'un de ces essaims, celui-ci ne peut être aucun autre que le courant des Andromédes. Nous allons donc examiner si, outre cette simple *possibilité*, il existe d'autres raisons donnant lieu à croire que nous avons réellement affaire, ici, à une averse des Biélides.

» Et d'abord, Cédrinos écrit que le phénomène s'est produit *quelque temps après* une grande épidémie qui a eu lieu pendant la même année. Mais, d'après Théophane, cette épidémie n'a cessé qu'au mois de juillet; par conséquent, ladite averse, qui s'est produite quelque temps après ce mois, doit avoir été observée pendant l'*automne*. D'ailleurs, de même que dans la pluie de 752, outre l'heure du commencement du phénomène et la saison de son observation, l'année même dans laquelle il s'est produit est bien favorable à la supposition qu'il s'agit d'une pluie de Biélides. En effet, si l'on tient compte que de grandes pluies de Biélides se sont montrées en 1798 et 1838, que l'intervalle de 40 ans, qui sépare ces deux apparitions, équivaut à six périodes de la comète de Biéla, et que l'espace de 558 à 1798 correspond exactement à 31 de ces périodes de 40 ans, on doit considérer comme plus que probable qu'il s'agit, ici aussi, d'une manifestation des Andromédes.

» En outre, Théophane, exactement quarante ans avant la pluie de 558, cite l'apparition d'une grande comète, qui est très probablement celle de Biéla. En effet, outre la période de quarante ans, qui sépare l'apparition de cette comète de l'averse en question, l'observation de la comète de 745, qui, d'après ce que nous avons dit dans notre précédente Communication, serait celle de Biéla, écarte toute idée d'une coïncidence fortuite, l'intervalle de deux cent vingt-sept ans, qui sépare ces deux apparitions cométaires, correspondant *exactement* à 34 périodes de la comète de Biéla. Nous avons donc en 518 et 558 deux manifestations successives de cette comète, *sous des formes différentes*, de même qu'en 1798 et 1838 nous avons eu deux apparitions successives de l'essaim des Biélides, séparées par la même période de temps.

» En outre, l'astre, qui nous semble aussi être identique avec la comète

de Biéla, et dont l'apparition contribue à affirmer notre conclusion précédente, c'est la comète observée en Chine en 1092. Cet astre, non seulement a apparu dans une année qui correspond exactement aux manifestations des Biélides de 752, 1852, 1872 et 1892 et de celles de la comète de Biéla de 1772 et 1852, conformément à la période de vingt ans; non seulement cet astre fut observé dans une année qui est séparée de l'apparition de 745 par un intervalle de temps qui équivaut exactement à 52 périodes de la comète de Biéla, mais en plus ces éléments, qui ont été calculés par Hind, ressemblent beaucoup à ceux de cette dernière comète, pourvu qu'on tienne compte des variations que ces éléments ont subi depuis sa première apparition en 1772.

» D'après ce qui précède, on peut donc considérer comme presque certain que la comète de Biéla a été observée plusieurs fois, depuis environ quatorze siècles, avec une remarquable constance de période, et que l'abondante pluie météorique de 558, de même que celles de 532 et 752, appartiennent aux Biélides.

» Mais ces diverses anciennes averses ne paraissent pas provenir toutes du même groupe de météores, celles de 532 et 752 appartiennent probablement à un même fragment de la comète de Biéla, autre que celui qui a donné naissance à l'averse de 558, de même que les Biélides de 1798 et 1838 semblent provenir d'un groupe de corpuscules différent de celui qui a produit les pluies de 1872 et 1892. Cela nous confirmerait dans l'idée exprimée dans notre Communication antérieure, au sujet de la lente désagrégation de la comète de Biéla.

» D'ailleurs, la découverte de ces deux grandes averses, qui prouvent que les fortes pluies des Biélides se sont répétées fréquemment depuis un grand nombre de siècles; la diversité des groupes de météores, qui ont donné naissance à ces pluies, et qui montre que la décomposition de la comète de Biéla se poursuit au moins depuis l'antiquité; la remarquable identité de leur période de révolution avec celle de cette comète, identité qui n'est pas probable dans le cas des émissions nucléaires; le manque d'une période annuelle ainsi que d'une longue durée du phénomène des Biélides, manque qui ne se présenterait pas, très probablement, dans le cas de ces émissions, par suite de la dispersion des corpuscules produite par l'action de la Terre et de Jupiter, tout cela affirmerait la conclusion de notre Note précédente, que la théorie de M. Schiaparelli sur l'origine des courants météoriques s'applique bien à l'essaim des Biélides. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur le mécanisme de la désagrégation des mortiers hydrauliques*. Note de M. **H. Le Chatelier**, présentée par M. Ad. Carnot.

« La désagrégation accidentelle des mortiers hydrauliques présente quelques particularités restées jusqu'ici inexpliquées. Les conditions les plus habituelles de cette désagrégation sont, comme on le sait, la présence dans le ciment de chaux ou de magnésie non combinée, la présence dans les eaux ambiantes de sulfates solubles de chaux et de magnésie (eau de mer, eau séléniteuse). L'action de ces agents destructeurs ne se manifeste pas seulement par une perte de cohésion mais aussi par des fentes, par des gonflements, indices certains du développement de forces internes considérables, corrélatives soit de l'extinction tardive des bases libres, soit de la combinaison des sulfates avec les sels calcaires du ciment. Sans insister pour le moment sur la cause immédiate de ces forces, acceptons leur existence comme un fait; il reste encore, rien que pour expliquer leurs effets, bien des difficultés à résoudre. Voici l'une des plus graves : tandis que l'hydratation de la chaux et de la magnésie ne demande, pour s'achever, que quelques jours au plus, l'action expansive ne se fait parfois sentir qu'après des mois et des années. L'explication de ce retard, et des retards semblables dans la destruction des mortiers à la mer, me semble résulter de deux faits mis en évidence par mes recherches antérieures : la solubilité plus ou moins grande de tous les composés actifs des ciments et la variation de solubilité (¹) des corps solides avec la pression qu'ils supportent.

» La chaux ou la magnésie en s'éteignant, le sulfoaluminate en cristallisant, développent, suivant leur proportion relative, des forces plus ou moins énergiques; envisageons le cas où elles sont insuffisantes pour provoquer une rupture immédiate et n'occasionnent, au premier moment, que des tensions élastiques. Les éléments actifs du ciment ainsi mis en tension voient leur solubilité croître; ils se dissolvent pour recristalliser immédiatement sur place hors de tension. Les déformations élastiques se transforment, par ce mécanisme, en déformations permanentes qui se déve-

---

(¹) H. Le Chatelier, *Sur la théorie du regel*. (*Comptes rendus*, t. CXIV, p. 62; 1892).

loppent très lentement en raison de la faible solubilité des silicates et aluminates de chaux, mais peuvent se prolonger indéfiniment jusqu'à ce que rupture s'ensuive, à moins que les forces ne viennent auparavant à s'annuler. On voit alors comment les effets mécaniques peuvent ne suivre que de très loin les actions chimiques.

» Cette théorie peut être soumise au contrôle de l'expérience : un prisme de mortier, sollicité par une force indéfiniment maintenue, l'action d'un poids par exemple, devra nécessairement, s'il est conservé *humide*, se rompre au bout d'un temps plus ou moins prolongé; conservé à *sec* de façon à rendre impossible toute dissolution et toute cristallisation, il pourra résister indéfiniment. J'ai fait l'expérience avec le plâtre, composé notablement plus soluble que ceux des mortiers hydrauliques et, par suite, plus facile à étudier.

» Les expériences ont porté sur des baguettes de plâtre de 120^{cm} de longueur, d'une section carrée de 10^{mm} de côté. Elles ont toutes été séchées une première fois et un certain nombre d'entre elles mouillées à nouveau avec une solution saturée de sulfate de chaux. L'effort nécessaire pour provoquer leur rupture rapide a été mesuré en les posant sur deux couteaux, distants de 100^{cm} et les mettant en charge par leur milieu, au moyen d'un vase rempli progressivement d'eau à raison de 1^{lit} par minute :

Baguette sèche........	$7^{kg},04$ et $7^{kg},125$: moyenne $7^{kg},08$
Baguette mouillée.....	$3^{kg},57$ et $3^{kg},365$: moyenne $3^{kg},61$

» On a mis alors parallèlement en expérience une baguette sèche et une baguette immergée dans une solution de sulfate de chaux en les chargeant de poids moitiés de ceux de rupture, soit $3^{kg},54$ pour la baguette sèche et $1^{kg},80$ pour la baguette mouillée. La baguette sèche était encore intacte au bout de deux mois, tandis que la baguette mouillée avait cassé au bout de vingt-quatre heures après avoir pris une flèche permanente de $0^{mm},8$. Une nouvelle expérience a été faite en chargeant une autre baguette mouillée d'un poids égal au quart de celui de rupture immédiate, soit $0^{kg},900$. La rupture s'est encore produite, mais cette fois seulement après quarante-neuf jours. La flèche permanente était de 1^{mm}.

» On est en droit d'admettre, par raison d'analogie, que les choses se passent exactement de la même façon dans les ciments. La seule différence est que la force ne peut être assimilée à un poids constant et varie progressivement en tendant vers zéro. La chaux comprimée devient plus soluble et se dissout passagèrement comme les éléments résistants; ces déplace-

ments inverses des éléments antagonistes tendent à faire disparaître les forces mutuelles qui les sollicitent et souvent un état d'équilibre définitif sera atteint avant que la rupture ne se produise; faute de quoi tous les mortiers devraient se détruire à la longue, parce qu'il n'y en a pas qui soient au moment de leur emploi absolument exempts d'expansifs. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le maximum de sensibilité des galvanomètres à cadre mobile.* Note de M. C. Féry, présentée par M. Lippmann.

« Ayant eu besoin, dans une série de recherches, de mesurer de très faibles intensités au moyen d'un galvanomètre Depretz-D'Arsonval, je me suis proposé de déterminer le rapport $\frac{r'}{r}$ des résistances du fil de torsion et de la bobine qui met l'appareil dans les conditions du maximum de sensibilité.

» L'équation d'équilibre de l'appareil traversé par le courant fourni par une source d'électricité de force électromotrice E et de résistance intérieure ρ est

$$(1) \qquad \frac{\mu d'^4}{l'}\delta = \frac{\mathrm{EH}l^2 n}{r + r' + \rho},$$

dans laquelle μ est le coefficient de Coulomb du fil de torsion, d' son diamètre, l' sa longueur, δ la déviation, H l'intensité du champ magnétique, l le côté de la bobine supposée carrée (forme qui donne après le cercle le plus grand couple dans un champ donné pour une longueur constante de fil). Enfin, n est le nombre de spires, r la résistance de la bobine et r' celle de la suspension.

» Nous savons en outre que

$$(2) \qquad l' = \frac{\pi r' d'^2}{4\beta}$$

en appelant β la résistivité du fil de suspension.

» De même

$$(3) \qquad \frac{4 l n \alpha}{\frac{\pi d^2}{4}} = r$$

si α est la résistivité du cuivre de la bobine.

» Le poids de cette bobine est limité par le diamètre du fil de torsion,

car on doit avoir

$$(4)\qquad \mathrm{VD} = \mathrm{P}\frac{\pi d'^2}{4},$$

P étant la charge que peut supporter le fil par unité de section, V étant le volume du fil de la bobine et D sa densité.

» Pour faire intervenir le nombre de tours, écrivons qu'on doit avoir

$$(5)\qquad \mathrm{V} = 4nl\frac{\pi d^2}{4}.$$

» En combinant les équations (3), (4) et (5) on obtient pour n la valeur

$$n = \frac{d'}{8l}\sqrt{\frac{\mathrm{P}r\pi}{\alpha \mathrm{D}}}.$$

» En remplaçant n par cette valeur dans l'équation d'équilibre et de même l' tiré de l'équation (2), on a, pour expression de δ en fonction des seules variables r et r',

$$\delta = \left(\frac{\pi^{\frac{3}{2}}\mathrm{EH}l}{32\mu\beta d'}\sqrt{\frac{\mathrm{P}}{\alpha \mathrm{D}}}\right)\frac{r'\sqrt{r}}{r + r' + \rho}.$$

Pour un fil de torsion de diamètre donné et des dimensions déterminées de la bobine, on peut appeler K la parenthèse et écrire

$$\delta = \mathrm{K}\frac{r'\sqrt{r}}{r + r' + \rho}.$$

Cette expression de δ en fonction des résistances r et r', considérées comme *variables indépendantes,* ne comporte ni maximum, ni minimum.

» Il est donc nécessaire de se donner une autre condition, de façon à voir si la nouvelle fonction de δ présente un maximum :

» 1° Supposons d'abord $r' =$ const. (fil de torsion donné)

$$\delta = \mathrm{K}'\frac{\sqrt{r}}{r + r' + \rho},$$

K' étant une nouvelle constante renfermant r'.

» Cette expression représente une courbe du quatrième degré ayant un maximum pour $r = r' + \rho$.

» 2° Supposons, au contraire, la bobine donnée ($r =$ const.) et propo-

sons-nous de trouver la suspension donnant le maximum de déviation,

$$\delta = K'' \frac{r'}{r + r' + \rho},$$

équation d'une hyperbole équilatère déplacée parallèlement aux axes de coordonnées.

» Le maximum a lieu pour $r' = \infty$.

» 3° Posons enfin $r + r' = R$, c'est-à-dire demandons-nous quelles résistances doivent avoir les deux conducteurs constituant le galvanomètre pour une résistance totale R donnée correspondant à une perte $\frac{E^2}{R}$ consentie dans l'appareil de mesure,

$$\delta = \frac{K(R - r)\sqrt{r}}{R + \rho}.$$

Le maximum a lieu ici pour $r' = 2r$.

» *Conclusion.* — Les cas 1° et 3° sont seuls intéressants dans la pratique; en particulier, le dernier va nous permettre de calculer le rapport des déviations qu'on obtiendrait avec l'appareil de laboratoire et un galvanomètre ayant la même résistance totale, construit sur ces données.

» Le modèle de galvanomètre couramment employé a pour constantes $r' = 0,5$ ohm et $r = 200$ ohms.

» Construit de manière à satisfaire le troisième cas, il aurait les résistances suivantes :

$$r' = 132 \text{ ohms}, \qquad r = 66 \text{ ohms}.$$

» On aura donc comme rapport des déviations de ce dernier appareil au premier

$$\frac{\delta'}{\delta} = \frac{132\sqrt{66}}{0,5\sqrt{200}} = 153.$$

» Il ne faudrait cependant pas croire que l'application pure et simple de ces formules permette de multiplier si aisément la sensibilité. Plusieurs causes perturbatrices, dont la plus importante réside dans le magnétisme du cuivre de la bobine, signalé par M. Lippmann, rendraient ces calculs illusoires si l'on ne prenait des précautions propres à les faire disparaître.

» On annulerait presque complètement l'effet perturbateur dû au magnétisme de la bobine par l'emploi d'un champ parfaitement uniforme; mais le meilleur remède, indiqué également par M. Lippmann, consiste à

rendre égale à l'unité la perméabilité de l'équipage mobile en le garnissant de corps diamagnétiques. »

PHYSIQUE. — *Sur un cohéreur très sensible, obtenu par le simple contact de deux charbons; et sur la constatation d'extra-courants, induits dans le corps humain par les ondes électriques.* Note de **M. Thomas Tommasina** (¹), présentée par M. A. Cornu.

« Poursuivant mes recherches sur les variations de conductibilité des limailles métalliques sous l'action des ondes hertziennes, j'ai constaté, au moyen d'un cohéreur spécial immergé dans du mercure, que les ondes n'agissent pas directement sur les limailles; que celles-ci deviennent conductrices par l'action des extra-courants, induits par les ondes dans les conducteurs métalliques qui sont réunis au cohéreur.

» D'autre part, en produisant dans de l'eau distillée une chaîne (avec de la limaille de laiton, limée dans l'eau même): par un courant de 10 volts, mais de très faible intensité (1 milli-amp.), j'ai observé la fusion des petits contacts. La chaîne, longue de 6^{cm} à 7^{cm}, venant à se casser, ne se divisait pas en grains séparés, mais en petits bâtonnets rigides, de 11^{mm} à 12^{mm} de longueur. Après un certain temps, tout le tas de limaille se trouvant sur le disque de cuivre avait pris un aspect de broussaille.

» Il était naturel d'essayer, au moyen de limaille ou de poudre de corps conducteurs peu fusibles, de produire des adhérences instantanées, se détruisant par la seule interruption du courant; résultat que je viens d'obtenir.

» J'ai expérimenté avec de la poudre de charbon de lampe à arc, tamisée, en ne retenant que les grains moyens. Après beaucoup d'essais et une observation continuée pendant longtemps, j'ai pu enfin voir se former une chaîne de 12^{mm} à 15^{mm} de long, par des grains de charbon adhérant l'un à l'autre. Je me suis servi du dispositif indiqué dans ma Note du 12 décembre 1898.

» La possibilité d'obtenir des cohéreurs à poudre de charbon se trouvant ainsi démontrée, je suis parvenu facilement à en produire qui, une fois bien réglés, sont aussi sensibles que les meilleurs cohéreurs à limailles métalliques. Mais les cohéreurs à charbon ont le grand avantage de perdre

(¹) Genève, laboratoire de Physique de l'Université.

leur conductibilité, c'est-à-dire d'acquérir de nouveau leur sensibilité, par le plus léger choc. En plaçant le cohéreur verticalement et, pour éviter toutes secousses, en faisant tremper les deux courts fils métalliques de ses électrodes dans deux godets à mercure, je suis enfin parvenu, par tâtonnements, à lui donner une telle sensibilité, qu'il suffisait d'interrompre le courant pour lui faire perdre, sans aucun choc, la conductibilité acquise par l'action des ondes sur son circuit. Cette disposition verticale m'a conduit à construire un autre type de cohéreur, qui s'est trouvé avoir la plus grande sensibilité. J'ai introduit, par chaque extrémité d'un tube de verre de $0^{m},02$ de diamètre et de $0^{m},12$ de longueur, un charbon cylindrique de lampe à arc, de 7^{mm} de diamètre et à bouts arrondis. Les deux charbons assujettis par des bouchons en caoutchouc étant en léger contact, il faut un certain temps pour les amorcer; mais, une fois qu'on est arrivé à un réglage parfait, on a de la sorte un cohéreur peu dérangeable et d'une extrême sensibilité. J'ai pu le faire fonctionner par des étincelles de 2^{mm} de longueur, éclatant entre deux autres charbons, identiques aux précédents, reliés simplement aux deux bornes du secondaire d'une bobine de Ruhmkorff.

» Après ces expériences, faites avec des corps conducteurs non métalliques, j'ai voulu voir si le corps humain pouvait devenir le siège d'extra-courants induits par les oscillations électriques. En me servant toujours du dispositif précédent, j'ai placé un cohéreur avec les deux godets à mercure, à une distance de l'oscillateur telle que le premier ne devenait plus conducteur si, pendant l'action de l'oscillateur, j'interrompais le circuit dans les godets, en y laissant seulement les deux fils du cohéreur. Alors, en pinçant fortement entre l'index et le pouce légèrement humectés, de chaque main, un morceau de fil de cuivre très court, j'établissais le contact dans chaque godet. Le cohéreur, seul, se trouvait ainsi en court circuit avec mon corps, pendant l'éclatement des étincelles. Ensuite, j'arrêtais l'oscillateur et je faisais tremper, dans les godets, les deux extrémités des fils formant le circuit de l'accumulateur et du relais; immédiatement ce dernier agissait et la petite lampe se rallumait. Le cohéreur était donc devenu conducteur par l'action des extra-courants induits dans mon corps par les ondes électriques.

» La constatation des extra-courants induits dans le corps humain, par des décharges électriques lointaines, pourrait peut-être éclaircir certains cas de mort par la foudre, sans action directe, que l'on explique par le choc en retour, c'est-à-dire par les phénomènes d'influence électrostatique. »

PHYSIOLOGIE. — *La mort par les courants électriques (courant alternatif)*. Note de MM. **J.-L. Prevost** et **F. Battelli**, présentée par M. Bouchard.

« Nous résumons dans cette Note les principaux résultats que nous ont fournis 170 expériences, faites dans le laboratoire de Physiologie de l'Université de Genève, sur des chiens, des chats, des cochons d'Inde, des lapins, des rats, que nous avons soumis à des courants alternatifs d'une tension de 5 volts jusqu'à 4800 volts, le courant possédant 45 périodes par seconde.

» I. Les courants de haute tension (savoir : 4800 ou 2400 volts chez le chien; 1,200, 600 ou 240 chez le cochon d'Inde), appliqués pendant une fraction de seconde, une ou deux secondes, de la tête aux pieds, ont produit chez ces animaux des troubles graves du système nerveux : crises de convulsions intenses ou de tétanos avec opisthotonos, perte de sensibilité, prostration générale, arrêt momentané ou définitif de la respiration, perte plus ou moins prolongée des réflexes cornéen et rotulien.

» Le cœur offre une accélération des contractions des ventricules avec élévation considérable de la pression artérielle qui dure plusieurs secondes et qui est suivie d'une chute modérée de la pression avec ralentissement du cœur.

» *Les oreillettes sont arrêtées en diastole pendant que les contractions ventriculaires persistent.*

» L'animal est en grand danger de mort; mais il peut, dans certains cas, se remettre spontanément, et souvent être sauvé par la respiration artificielle; sans quoi, le cœur se paralyse secondairement, à la suite de l'arrêt de la respiration.

» II. Les courants à tension relativement basse, de 120 à 20 volts et même, dans quelques cas, de 10 volts provoquent une crise de convulsions tétaniques si les électrodes sont placées de la tête aux pieds. Ces convulsions ne se montrent pas si les contacts sont sur les bras ou le thorax et si la tension ne dépasse pas 60 volts.

» La respiration est alors peu atteinte et se rétablit très vite après l'arrêt des convulsions.

» La sensibilité générale n'est que peu affectée ou ne l'est que momentanément.

» L'accident qui est le plus important est l'apparition immédiate de *trémulations fibrillaires des ventricules du cœur,* qui surviennent si le contact électrique a duré au moins une seconde. *Les oreillettes continuent à battre,* comme lorsque l'on électrise directement le cœur mis à nu.

» L'animal meurt donc de cette forme de paralysie du cœur *avec chute immédiate de la pression.* La respiration continue pendant plusieurs minutes.

» La respiration artificielle est alors sans effet favorable, vu cette paralysie du cœur qui, chez le chien, est irrémédiable.

» III. On peut, en soumettant l'animal dont le cœur a été mis en trémulations fibrillaires par un courant de faible tension, *voir ce cœur reprendre ses contractions ventriculaires si l'on soumet l'animal à un courant de haute tension* avant que quinze secondes se soient écoulées.

» La respiration s'arrête; mais, en entretenant la respiration artificielle, il est souvent possible de sauver l'animal.

» Ce résultat est plus facile à obtenir chez le cochon d'Inde que chez le chien, mais nous y sommes aussi parvenus chez le chien.

» IV. Chez le *lapin,* on peut signaler, avec des courants à haute tension, des phénomènes analogues; mais, chez lui, le cœur mis en trémulations fibrillaires se rétablit spontanément, et le lapin ne meurt pas par paralysie du cœur, lors de l'application de courants à faible tension.

» D'autre part, l'arrêt de la respiration est chez lui, comme chez le cochon d'Inde, plus souvent définitif que chez le chien.

» V. Chez le *rat,* comme l'un de nous l'a démontré, le cœur ne peut être mis d'une façon durable en trémulations fibrillaires. Le rat succombe à la paralysie de la respiration et à l'hyposthénisation du système nerveux.

» A haute tension on observe aussi chez lui l'arrêt des oreillettes, tandis que les ventricules continuent à battre.

» VI. Signalons, en outre, plusieurs phénomènes observés par nous :

» 1° La paralysie momentanée du nerf vague et du sympathique cervical avec les courants de haute tension;

» 2° La non-modification des phénomènes décrits ci-dessus par la section préalable des nerfs vagues;

» 3° La réplétion du cœur par le sang, même dans le cas de courants à tension élevée et de courte durée, qui semble prouver que le tonus vasculaire et les centres vaso-moteurs ne sont pas paralysés;

» 4° La non-élévation appréciable de la température, si le temps du passage du courant n'est pas prolongé;

» 5° L'apparition rapide de la rigidité cadavérique dans le cas de courants à voltage élevé;

» 6° A l'autopsie, absence de lésions macroscopiques constantes et caractéristiques. Cependant l'on constate quelquefois une hyperémie des méninges, mais pas d'hémorragies intra-cérébrales, si l'on a évité l'élévation de température;

» 7° La *durée* du contact est importante :

» La respiration, toutes choses égales d'ailleurs, est d'autant plus affectée que la durée du contact a été plus longue. Les convulsions et le tétanos généralisé seront d'autant plus énergiques et prolongés que la durée du contact a été plus courte : un cobaye, soumis à un courant de 600 volts pendant deux secondes, n'offrira pas de convulsions à la rupture, tandis qu'il en eût présenté d'énergiques si le courant n'avait duré qu'une fraction de seconde.

» Plus le voltage est élevé, plus courte est la durée du contact nécessaire pour faire manquer les convulsions.

» 8° Le *point d'application* des électrodes offre une grande importance; leur siège différent pouvant faire varier l'apparition de tel ou tel symptôme :

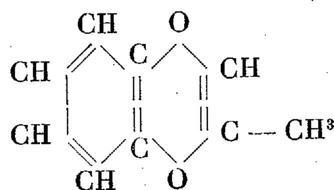
» La *respiration* sera atteinte plus facilement et les convulsions plus aisément provoquées si une des électrodes est placée sur la tête.

» Quant au *cœur*, le voltage nécessaire pour produire les trémulations fibrillaires est plus faible si le cœur se trouve sur la ligne qui réunit les deux électrodes. Inversement, si le cœur ne se trouve pas sur cette ligne, il pourra être mis en trémulations fibrillaires par des courants de haute tension, qui, en traversant directement le cœur, ne l'auraient pas paralysé.

» 9° Quand, à la suite de courants de haute tension, le cœur du chien ou du cochon d'Inde se paralyse consécutivement à l'arrêt de la respiration, le massage du cœur provoque des trémulations fibrillaires, qui manquent en cas d'asphyxie simple, non précédée d'électrocution. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la méthyléthène-pyrocatéchine.* Note de M. **Ch. Moureu**, présentée par M. Moissan.

« La méthyléthène-pyrocatéchine

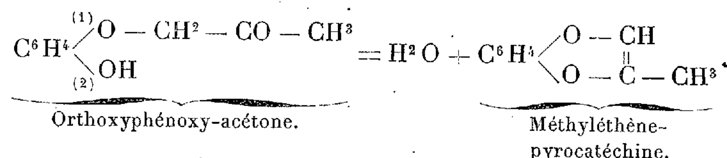


est le deuxième terme de la série des composés à noyau hexagonal, bioxy-

géné et non saturé, dont l'éthène-pyrocatéchine récemment obtenue ([1]) est le représentant le plus simple.

» J'ai préparé ce corps en partant de l'orthoxyphénoxy-acétone par deux méthodes distinctes :

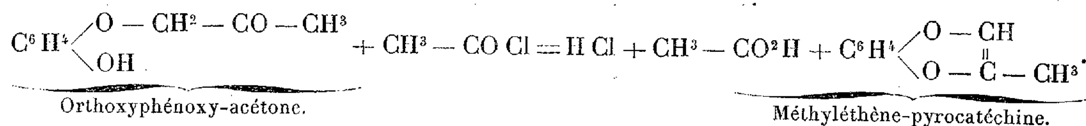
» 1° La première méthode est une extension de celle qui m'a conduit à l'éthène-pyrocatéchine en traitant l'orthoxyphénoxy-aldéhyde : on déshydrate l'orthoxyphénoxy-acétone par l'anhydride phosphorique en présence du quinoléine



» L'opération est conduite exactement comme dans le cas de l'éthène-pyrocatéchine.

» 2° La deuxième méthode consiste à traiter l'orthoxyphénoxy-acétone par le chlorure d'acétyle en présence d'éther orthoformique.

» A froid, le chlorure d'acétyle employé seul n'attaque pas sensiblement l'orthoxyphénoxy-acétone. A chaud, il agit surtout en donnant l'éther acétique correspondant, comme le fait l'anhydride acétique lui-même ([2]); on peut cependant isoler du produit de la réaction de petites quantités de méthyléthène-pyrocatéchine, formées d'après l'équation



» En présence d'éther orthoformique, au contraire, la méthyléthène-pyrocatéchine se forme en proportion notable.

» Un mélange d'éther orthoformique (1 molécule et demie) et de chlorure d'acétyle (3 molécules), versé sur l'orthoxyphénoxy-acétone (1 molécule) contenue dans un appareil à reflux, donne lieu, au bout de quelques minutes, à une réaction très vive : la masse s'échauffe, le liquide entre en ébullition, et il se produit un violent dégagement d'acide chlorhydrique; presque toujours il y a projection du liquide en dehors de l'appareil.

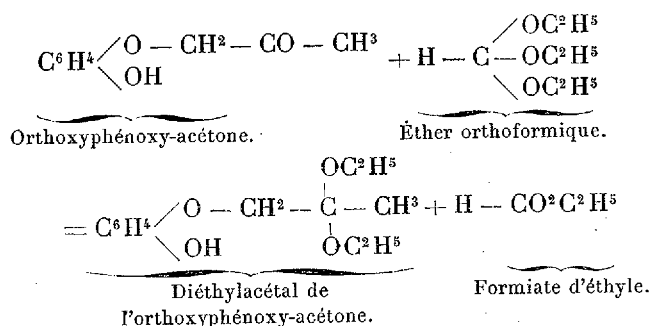
» L'ébullition du mélange cesse bientôt d'elle-même; on complète la réaction en continuant à chauffer pendant une heure à reflux.

» Étant donnés les produits qui prennent naissance dans cette réaction, celle-ci peut être décomposée en deux phases :

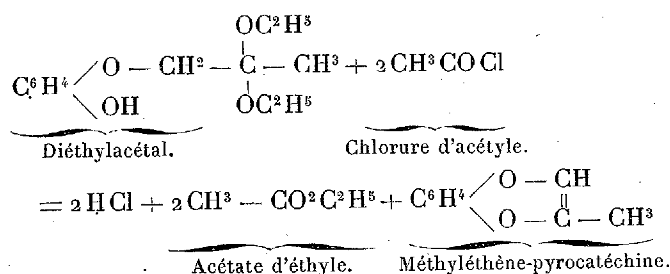
([1]) Ch. Moureu, *Comptes rendus*, 28 février 1899.

([2]) Ch. Moureu, *Sur l'orthoxyphénoxy-acétone* (*Comptes rendus*, 13 février 1899).

» 1° Production du diéthylacétal de l'orthoxyphénoxy-acétone

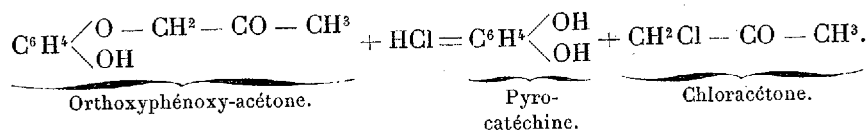


» 2° Formation de méthyléthène-pyrocatéchine et d'acétate d'éthyle, avec mise en liberté d'acide chlorhydrique :



» L'acétate et le formiate d'éthyle ont pu être reconnus, le premier par son odeur et son point d'ébullition, le second par les propriétés productrices, vis-à-vis du nitrate d'argent et du bichlorure de mercure, de l'acide provenant de sa saponification par la potasse alcoolique.

» On trouve en outre, parmi les composés formés, l'éther acétique de l'orthoxyphénoxy-acétone, et même de la pyrocatéchine, qui a été isolée à l'état de pureté et nettement caractérisée : la production de pyrocatéchine ne peut s'expliquer que par l'action de l'acide chlorhydrique sur l'orthoxyphénoxy-acétone, avec formation de monochloracétone



» Pour isoler la méthyléthène-pyrocatéchine de ce mélange complexe, on distille le produit brut de la réaction, d'abord à la pression ordinaire afin de séparer le chlorure d'acétyle en excès, le formiate et l'acétate d'éthyle, puis dans le vide. Le produit recueilli entre 125° et 165° ($H = 20^{mm}$) est soumis à l'action de la vapeur d'eau, qui saponifie l'éther acétique de l'orthoxyphénoxy-acétone, et entraîne la méthyléthène-

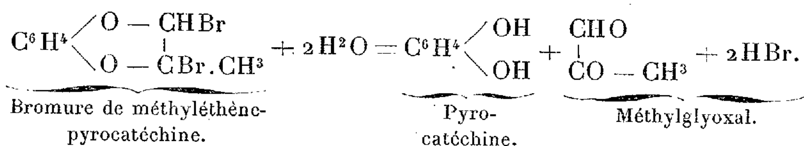
pyrocatéchine, avec des traces d'orthoxyphénoxy-acétone et de pyrocatéchine. L'huile entraînée, mise en solution dans l'éther, est lavée à la soude étendue et rectifiée dans le vide (¹).

» La méthyléthène-pyrocatéchine obtenue distille entre 97° et 102° ($H = 18^{mm}$), et entre 213° et 218° (corr.) sous la pression normale. Elle ne se solidifie pas dans le chlorure de méthyle bouillant. Sa densité à 0° est 1,1593.

» Dissous dans dix fois son poids de sulfure de carbone et entouré d'un mélange de glace et de sel, le corps fixe, immédiatement et sans dégagement d'acide bromhydrique, 1 molécule de brome.

» Le composé d'addition ainsi formé $C^6H^4\left\langle\begin{array}{l}O - CHBr \\ \quad\ \ | \\ O - CBr - CH^3\end{array}\right.$ est très instable. Exposé à l'air humide, il noircit rapidement en perdant de l'acide bromhydrique et se transforme finalement en une masse goudronneuse dont on peut extraire, par l'eau, de la pyrocatéchine.

» La formation de pyrocatéchine aux dépens de ce bromure est, pour ainsi dire, immédiate, lorsqu'on chauffe le corps avec de l'eau à l'ébullition. La liqueur brune obtenue, outre qu'elle est acide au tournesol et renferme de l'acide bromhydrique, contient de la pyrocatéchine, facile à reconnaître à ses réactions colorées. En outre, la phénylhydrazine détermine dans la solution l'apparition d'un précipité brun qui n'a pu être purifié et qui doit renfermer l'osazone du méthylglyoxal. Cette supposition est logique, puisque l'on a pu isoler l'osazone du glyoxal dans le cas de l'homologue inférieur (²). L'action de l'eau sur le bromure de méthylène-pyrocatéchine sera donc exprimée ainsi :



$$\underbrace{C^6H^4\left\langle\begin{array}{l}O - CHBr \\ \quad\ \ | \\ O - CBr.CH^3\end{array}\right.}_{\text{Bromure de méthyléthène-pyrocatéchine}} + 2H^2O = \underbrace{C^6H^4\left\langle\begin{array}{l}OH \\ OH\end{array}\right.}_{\text{Pyrocatéchine}} + \underbrace{\begin{array}{l}CHO \\ | \\ CO - CH^3\end{array}}_{\text{Méthylglyoxal}} + 2HBr.$$

CHIMIE MINÉRALE. — *Iodates doubles de bioxyde de manganèse.* Note de M. A. Berg, présentée par M. Friedel.

« On ne connaît qu'un nombre très restreint de composés où le bioxyde de manganèse se comporte comme un oxyde basique. Ces sels sont en

(¹) La même méthode, appliquée à l'orthoxyphénoxy-aldéhyde, n'a pas fourni l'éthène pyrocatéchine.

(²) *Sur l'éthène-pyrocatéchine* (*loc. cit.*).

outre fort peu stables et l'eau suffit pour les décomposer. Il se sépare du bioxyde de manganèse. La présence d'un excès d'acide leur donne de la stabilité.

» J'ai constaté que l'acide iodique pouvait aussi donner un iodate de bioxyde de manganèse ayant des propriétés analogues à celles des autres sels de même nature. Par ébullition avec une solution assez concentrée d'acide iodique, le bioxyde de manganèse hydraté, obtenu par l'action du permanganate de potasse sur un sel manganéux, se dissout en partie en donnant une solution d'un brun très foncé. Mais il est impossible d'isoler l'iodate de bioxyde formé, par suite de la présence d'un grand excès d'acide iodique dont on ne peut le séparer. Cette solution étendue d'eau laisse déposer du bioxyde.

» Mais si l'on fait agir l'acide iodique sur le bioxyde, en présence de divers iodates métalliques, il se forme des sels doubles beaucoup plus stables que l'iodate simple et que l'eau n'attaque que fort peu. C'est ce qui m'a permis d'en obtenir un certain nombre dans un état de pureté satisfaisant.

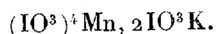
» Ces composés se présentent sous la forme de poudres microcristallines de couleur variant du rouge brique au brun violet foncé, suivant leur état de division plus ou moins grand. Ils sont insolubles dans l'eau, qui ne les attaque que peu. Cependant un contact un peu prolongé avec ce liquide les altère et il est par suite prudent d'opérer rapidement les lavages auxquels on doit les soumettre.

» Voici les principaux corps que j'ai ainsi obtenus :

» *Sel de potassium.* — On met dans un matras un volume déterminé d'une bouillie de bioxyde de manganèse hydraté bien lavé contenant une proportion connue de bioxyde. On ajoute un peu plus de trois molécules d'acide iodique pour une de bioxyde, puis un excès d'iodate de potasse. On porte le tout à l'ébullion pendant quelques minutes. Il ne tarde pas à se déposer une poudre cristalline qui gagne rapidement le fond du matras, tandis que le liquide surnageant reste absolument limpide. On lave rapidement par décantation le corps formé, puis on l'essore sur une brique poreuse, et on le sèche au-dessus de l'acide sulfurique.

» On obtient ainsi une poudre brun violet foncé à aspect cristallin, qui, examinée au microscope, est entièrement formée de petits cristaux presque cubiques, mais présentant des angles différents de 90°. Ils agissent très faiblement sur la lumière polarisée.

» L'analyse de ce corps donne des nombres qui s'accordent avec la formule

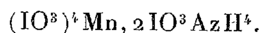


$$(IO^3)^4Mn, 2IO^3K.$$

» *Sel ammoniacal.* — On opère comme pour le sel de potasse. Il se présente soit

en une poudre brun violet tout à fait semblable au sel de potasse et constituée par des cristaux ayant la même forme, et à peu près la même taille, soit en une poudre de couleur plus claire rouge brique formée de cristaux de même forme mais beaucoup plus petits.

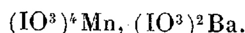
» L'analyse nous permet de lui attribuer la formule :



$$(IO^3)^4Mn, 2IO^3AzH^4.$$

» *Sel de baryum.* — L'iodate de baryte étant extrêmement peu soluble, on pouvait craindre que l'iodate double correspondant aux composés précédents ne puisse se former. Il n'en est rien, et l'on peut l'obtenir en opérant de la façon suivante. On met dans un matras une quantité connue de bioxyde de manganèse hydraté à l'état de bouillie claire, un peu plus de quatre molécules d'acide iodique pour une de bioxyde et une molécule d'iodate de baryte en poudre fine. On abandonne le tout à l'étuve à la température de 90°-95° pendant plusieurs jours. On voit alors se former lentement une poudre cristalline très lourde qui gagne le fond du matras. Lorsque cette poudre ne paraît plus augmenter, on soumet le contenu du matras à la lévigation qui entraine le bioxyde de manganèse et une partie de l'iodate de baryte qui n'ont pas réagi. Une petite quantité d'iodate de baryte reste toujours mélangée au sel. Au microscope le corps se montre formé de cristaux très nets, jaune brun, semblables à ceux des sels de potasse et d'ammoniaque. On aperçoit en même temps une petite quantité d'iodate de baryte en masses incolores irrégulières.

» A l'analyse, comme on devait s'y attendre, on trouve un léger excès de baryum, tandis que le manganèse est un peu faible. Quoi qu'il en soit, on a d'une façon certaine le composé



$$(IO^3)^4Mn, (IO^3)^2Ba.$$

» *Sel manganeux.* — Ce sel se forme dans des conditions analogues à celles où se produit le composé précédent. Il se présente sous la forme d'une poudre tantôt gris lilas, tantôt brun violet foncé. Dans le premier cas, le microscope le montre formé d'aiguilles extrêmement petites et indépendantes les unes des autres. Dans le second cas, il forme des masses radiées hémisphériques de couleur foncée conservant encore la forme générale de l'iodate manganeux employé à sa préparation. Soumises au broyage, ces masses se divisent en aiguilles identiques aux précédentes, en même temps que la couleur de la poudre passe du brun au gris lilas. La variation de couleur ne tient donc encore ici qu'à l'état de division plus ou moins grand de la substance.

» Dans les deux cas, l'analyse donne des résultats qui conduisent à la formule



$$(IO^3)^4Mn, (IO^3)^2Mn \quad \text{ou} \quad (IO^3)^6Mn^2.$$

» On voit que l'on peut envisager ce composé, soit comme un iodate double de bioxyde et de protoxyde de manganèse, soit comme un iodate de sesquioxyde de manganèse. L'aspect des cristaux, si différent de celui des autres iodates doubles précédents, semblerait indiquer que le sel est plutôt un sel de sesquioxyde.

» Beaucoup d'autres iodates métalliques donnent des composés analogues. A ce propos, on peut faire la remarque suivante. Tandis que les

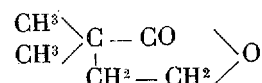
sels de potassium et d'ammonium se forment très facilement, le sel de sodium ne se produit pas en opérant dans les mêmes conditions. Un fait analogue a lieu pour les sels de baryum et de calcium. J'ai pu préparer le premier avec la plus grande facilité, tandis qu'il m'a été impossible d'obtenir le second.

» *En résumé.* — 1° Le bioxyde de manganèse est susceptible de former un iodate très peu stable, décomposable par l'eau, et qui ne peut exister qu'à la faveur d'un excès d'acide iodique;

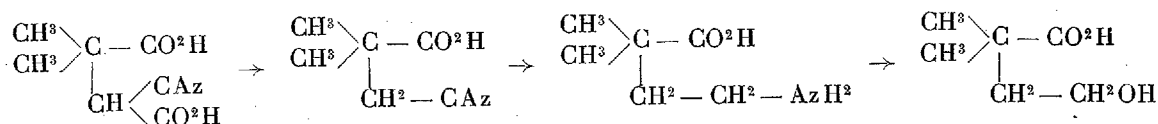
» 2° Cet iodate peut se combiner à divers iodates métalliques pour donner des sels doubles plus stables qui répondent à la formule générale $(IO^3)^4Mn, 2IO^3M'$ ou $(IO^3)^4Mn, (IO^3)^2M''$, M′ et M″ représentant des métaux uni- ou bivalents. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur l'acide αα-diméthylglutarique* [1]. Note de M. E.-E. Blaise, présentée par M. Friedel.

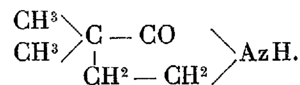
« J'ai indiqué antérieurement qu'une des rares méthodes qui semblaient pouvoir conduire à la synthèse de l'acide αα-diméthylglutarique consistait à traiter la diméthylbutanolide suivante



par le cyanure de potassium à 280°. J'ai donc essayé d'obtenir cette olide par la série des réactions suivantes

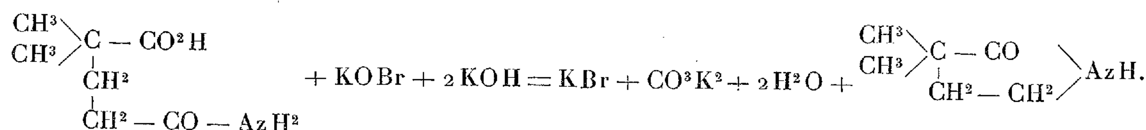


» Je ne suis pas arrivé au résultat désiré, la diazotation de l'amino-acide, dans quelques conditions qu'on se place, ne fournissant que des traces d'un corps neutre dont l'étude n'a pu être poursuivie. Ce fait tient probablement à ce que l'amino-acide n'est pas stable et se transforme, dès qu'on le met en liberté, en la pyrrolidone correspondante



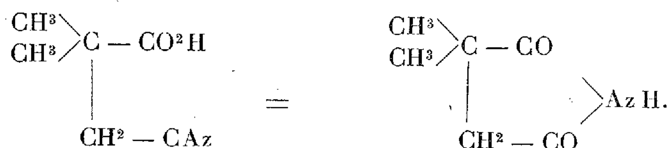
(1) Travail fait au laboratoire de M. le professeur Friedel.

» Afin d'établir cependant d'une manière indiscutable la constitution de l'acide $\alpha\alpha$-diméthylglutarique, j'ai cherché à transformer cet acide en la même pyrrolidone et j'y suis arrivé en traitant l'acide $\alpha\alpha$-diméthylglutaramique par l'hypobromite de potassium

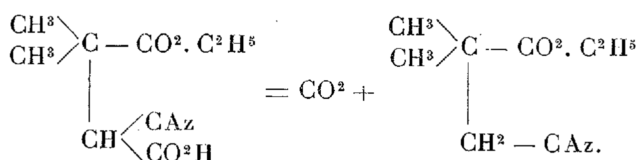


» Enfin, j'ai étudié l'éthérification de l'acide $\alpha\alpha$-diméthylglutarique d'après la méthode que j'ai indiquée antérieurement au sujet de l'acide $\alpha\alpha$-diméthylsuccinique. Il résulte de cette étude que les carboxyles que renferme l'acide diméthyglutarique possèdent des énergies très différentes puisque, lorsqu'on chauffe cet acide pendant vingt minutes à l'ébullition avec 10 parties d'alcool absolu renfermant 1 pour 100 d'acide chlorhydrique, on obtient 99 pour 100 d'éther acide. Ce fait permet de comprendre qu'une différence plus grande encore existe entre les deux carboxyles de l'acide camphorique, considéré comme acide bibasique.

» *Partie expérimentale.* — L'éther cyanodiméthylsuccinique a été préparé d'après la méthode de M. Barthe (*Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 1268). Je suis arrivé à obtenir l'acide correspondant par saponification ménagée de l'éther au moyen de l'éthylate de sodium additionné de la quantité d'eau théoriquement nécessaire. Cet acide se prend en une masse cristalline et se décompose vers 123°. Cette décomposition ne donne pas l'acide cyanodiméthylpropionique; il se produit une transposition moléculaire et l'on obtient la diméthylsuccinimide, fusible à 106° :



» J'ai alors préparé le cyanodiméthylsuccinate acide d'éthyle par saponification fractionnée de l'éther neutre. Ce corps, soumis à l'action de la chaleur, perd de l'acide carbonique et se transforme en cyanodiméthylpropionate d'éthyle



» Cet éther bout sans décomposition, à 217°-220°, sous la pression atmosphérique.

Sa réduction présente de grandes difficultés. On la réalise cependant en dissolvant 15 d'éther dans 1^{kg} d'alcool absolu, portant le mélange à l'ébullition et y ajoutant, le plus rapidement possible, 100^{gr} de sodium. L'amino-acide formé est isolé à l'état de chlorhydrate d'amino-éther. Ce chlorhydrate cristallise en aiguilles et fond à 112°. Le bromhydrate et le sulfate correspondants fondent respectivement à 141° et 145°.

» Lorsqu'on cherche à préparer l'amino-acide à partir d'un des sels précédents, on obtient la ββ-diméthylpyrrolidone. Ce corps cristallise en lamelles nacrées, fusibles à 65°-67°, et bout sans décomposition, sous la pression atmosphérique, à 237°.

» Tous les dérivés aminés précédents ont été également obtenus à partir de l'acide αα-diméthylglutarique. En traitant l'anhydride de cet acide par l'ammoniaque en solution dans l'alcool absolu, on le transforme en diméthylglutaramate d'ammonium. Celui-ci, transformé à son tour en sel de sodium, est traité par l'hypobromite de potassium en solution à 10 pour 100 et en présence d'un excès d'alcali. La réaction s'effectue spontanément; on la termine en chauffant le mélange vers 70° pendant une demi-heure. L'amino-acide est isolé par éthérification au moyen de l'acide chlorhydrique et de l'alcool absolu. Comme on se trouve en présence de bromure de potassium, on obtient, non pas le chlorhydrate, mais le bromhydrate de l'amino-éther, fusible à 141°. A partir de ce dérivé, j'ai préparé le sulfate, le chlorhydrate et enfin la pyrrolidone. Tous ces corps sont identiques à ceux que j'ai obtenus synthétiquement. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur l'hématine du sang et ses variétés suivant les espèces animales*. Note de MM. **P. Cazeneuve** et **P. Breteau**, présentée par M. Friedel.

« La variété des hémoglobines chez les différentes espèces animales, confirmée aussi bien par l'analyse élémentaire que par les formes cristallines, nous a donné à penser que le pigment ferrugineux ou hématine, copule importante de l'hémoglobine, devait être différent lui-même suivant l'animal envisagé.

» Nous sommes même surpris que jamais l'attention des chimistes n'ait porté sur ce côté de la question. Il est vrai que la préparation de l'hématine pure a toujours constitué un obstacle à l'étude minutieuse de cette substance, en raison de sa longueur et des faibles rendements.

» Nous nous sommes arrêtés à la méthode suivante, déjà esquissée par l'un de nous, il y a quelques années (*Dict. de Wurtz*, Ier *supplément*, p. 905, expériences inédites), laquelle a l'avantage d'être rapide et de donner un

produit chimiquement pur, comme le prouvent la constance des chiffres de l'analyse élémentaire d'une hématine provenant de plusieurs préparations faites avec un même sang, et ensuite la coincidence de nos chiffres, pour l'hématine de bœuf, avec ceux d'Hoppe-Seyler et ceux de l'un de nous publiés, il y a de longues années déjà (*loc. cit.*).

» *Préparation.* — Le sang défibriné est chauffé à l'ébullition avec son poids de sulfate de soude non effleuri. Le coagulum recueilli est essoré puis lavé avec un peu d'eau bouillante.

» La masse humide, encore chaude, est épuisée par trituration dans un mortier avec de l'alcool à 93° tiède (temp. 50°), contenant 10^{gr}, par litre, d'acide oxalique. Il faut traiter le coagulum par l'alcool acide par petites portions et jeter sur un filtre. 2^{lit} d'alcool sont nécessaires pour épuiser le coagulum provenant d'un litre de sang. Le coagulum est complètement décoloré. On recueille une teinture alcoolique rouge brun très foncé.

» On doit éviter de laisser macérer pendant de longues heures le coagulum dans l'alcool acide. L'hématine pourrait se précipiter partiellement dans ce contact des matières albuminoïdes avec la teinture concentrée.

» Les teintures alcooliques, réunies et filtrées, sont additionnées, goutte à goutte, d'ammoniaque concentrée, en agitant continuellement. La teinture se trouble par suite de la précipitation de l'hématine. Quelques gouttes d'ammoniaque suffisent, bien que la quantité à ajouter varie suivant les sangs. Il est nécessaire que le milieu reste acide; un excès d'alcali redissoudrait l'hématine. Si l'on avait atteint ou dépassé la saturation de l'acide oxalique, on ajouterait un peu d'acide acétique pour rétablir une légère acidité du milieu.

» L'hématine précipitée est gélatineuse comme l'hydrate de peroxyde de fer. Au-dessus de 40°, son état moléculaire se modifie; elle constitue un précipité très fin, noir bleuâtre.

» On recueille l'hématine sur un filtre en papier Berzélius. Le liquide alcoolique qui passe conserve une teinte jaune madère. On lave à l'alcool froid.

» On redissout ensuite l'hématine dans de l'eau ammoniacale à 5 pour 100. On précipite par l'acide acétique. On lave à l'eau distillée froide, à l'alcool à 93°, puis à l'éther froid.

» Le rendement est de 1^{gr} d'hématine environ par litre de sang. L'eau comme l'alcool sont plus ou moins teintés, suivant la variété animale qui a fourni le sang, ce qui indique une très légère solubilité.

» L'hématine doit être cependant envisagée comme insoluble dans tous les dissolvants neutres. Sa puissance colorante considérable en révèle des traces en solution dans l'eau et dans l'alcool. Encore faut-il qu'elle soit récemment précipitée. (Nous ne rappelons pas ses propriétés déjà connues : solubilité dans les solvants acides ou alcalins, action spectrale, etc.)

» L'hématine, séchée à la température ordinaire, puis portée pendant vingt-quatre heures à 135°, ce qui ne l'altère nullement, donne des chiffres constants à l'analyse. Elle est devenue alors complètement insoluble dans l'eau et l'alcool neutres.

» *Composition.* — L'analyse élémentaire a porté sur les hématines provenant des sangs de bœuf, de cheval et de mouton. Nous avons obtenu les chiffres moyens suivants :

	Bœuf.	Cheval.	Mouton.
C..........	64,68	64,37	64,24
H..........	5,33	5,38	5,32
Az.........	9,02	10,11	9,41
Fe.........	8,81	9,38	10,65
O..........	12,16	10,76	10,38
	100,00	100,00	100,00

» La composition de l'hématine du sang de bœuf coïncide avec celle donnée par Hoppe-Seyler, et par l'un de nous, il y a plusieurs années :

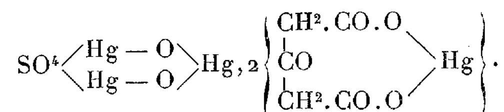
Analyse d'Hoppe-Seyler.. C = 64,30, H = 5,50, Az = 6,20, Fe = 8,83,
Analyse de Cazeneuve... C = 64,18, H = 5,67, Az = 9,03, Fe = 8,74.

» Les hématines de sang de cheval et de mouton ont une teneur en azote et en fer qui les différencie nettement et nous autorise *à les regarder comme des espèces chimiques distinctes.*

» Nous poursuivons cette étude comparative sur le sang d'autres espèces animales. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur une réaction très sensible de l'acide acétone-dicarbonique.* Note de M. G. Denigès.

« En sa qualité de composé cétonique, l'acide acétone-dicarbonique contracte avec le sulfate de mercure une combinaison du même ordre que celles que j'ai décrites pour les acétones de la série grasse ([1]) et qui répond à la formule



$$SO^4\left\langle\begin{matrix}Hg-O\\Hg-O\end{matrix}\right\rangle Hg, 2\left\{\begin{matrix}CH^2.CO.O\\CO\\CH^2.CO.O\end{matrix}\right\rangle Hg\right\}.$$

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1868.

» On l'obtient en ajoutant, à 100^{cc} de sulfate mercurique ($HgO = 5^{gr}$; $SO^4H^2 = 20^{cc}$; eau $= 100^{cc}$) bouillant et enlevant aussitôt le feu, une solution de 1^{gr} d'acide acétone-dicarbonique dans 125^{cc} d'eau. On laisse déposer, on lave par décantation et filtration; enfin on dessèche, d'abord sur des plaques poreuses, puis sur l'acide sulfurique concentré.

» Préparée à froid et surtout en présence d'une quantité insuffisante de sulfate de mercure, elle est toujours mélangée d'acétone-dicarbonate de mercure, dont l'insolubilité est, elle-même, très marquée.

» Cette combinaison, de couleur blanche, soluble dans ClH mais insoluble dans l'eau, se présente sous une forme qui la rend très apparente, même lorsqu'elle n'existe qu'en très petite quantité en suspension dans le liquide. Aussi est-il possible, en utilisant sa facilité de formation, de déceler des traces extrêmement faibles d'acide acétone-dicarbonique.

» Pour cela, on ajoute au liquide dans lequel on veut déceler cet acide le dixième de son volume de réactif mercurique et l'on agite le tube qui contient le mélange pour rendre homogène ce dernier. La réaction n'est jamais instantanée : au bout d'un temps qui dans aucun cas n'est inférieur à trois ou quatre secondes, et qui peut atteindre des minutes quand les doses de produit à rechercher sont de quelques milligrammes par litre, il se forme brusquement un trouble blanc, suivi bien vite d'un précipité lorsque la proportion d'acide acétonique atteint quelques centigrammes pour 100. La durée d'apparition de ce trouble peut d'ailleurs être très notablement abrégée par l'action de la chaleur; mais, même dans ce cas, elle se produit toujours brusquement.

» Tandis que les réactions du perchlorure de fer et du nitroprussiate de sodium sont infidèles pour l'acide acétone-dicarbonique dès que cette substance se trouve, en solution, à dose inférieure à 2^{cg} ou 3^{cg} par litre, la réaction au sulfate de mercure permet de déceler 2^{mg} et même, à la rigueur, 1^{mg} de produit par litre; elle est donc au moins dix fois plus sensible que les précédentes et surtout plus spécifique, dans les conditions où on l'obtient.

» Pour la réaliser, particulièrement dans le cas des solutions très diluées, on met dans un tube à essais 5^{cc} du liquide à examiner et $0^{cc},5$ de réactif mercurique; on secoue le tube pour mélanger et l'on porte à l'ébullition. Avec les liquides qui renferment au moins 5^{cg} d'acide acétonique par litre, le trouble caractéristique est obtenu avant d'arriver à l'ébullition. Pour 2^{mg} par litre, il faut, avant de le voir nettement apparaître, attendre quinze à vingt secondes, une fois l'ébullition obtenue et le tube enlevé du feu, et un peu plus longtemps pour 1^{mg} par litre.

» La brusquerie d'apparition du louche permet d'effectuer, très aisément, le dosage approché de l'acide acétone-dicarbonique par la méthode chronométrique.

» Pour cela, on met dans deux tubes, aussi semblables que possible : dans l'un, $5^{cc},5$

d'eau; dans l'autre, 5^{cc} de la solution de l'acide acétonique à doser, amenée préalablement à la température de 15°-16°, et, rapidement, 0^{cc},5 de réactif mercurique à la même température. On mélange très vite et l'on compte, sur une montre à secondes, le temps écoulé depuis le moment exact du mélange, jusqu'à l'apparition d'un louche *très faible* dans le tube renfermant l'acide à doser, placé exactement à côté du témoin pour mieux apprécier le trouble. On se réfère ensuite au Tableau suivant :

Temps exprimé en secondes.	Dose d'acide acétonique en centigrammes par litre.	Temps exprimé en secondes.	Dose d'acide acétonique en centigrammes par litre.
5	100	34	8
6	90	37	7
7	80	40	6
8	70	44	5
9	60	50	4
10	50	65	3
12	40	90	2
14	30	150	1
17	20	190	0,8
28	10	275	0,5
31	9	environ un quart d'heure	0,2

» Les résultats obtenus sont très concordants.

» J'indiquerai prochainement une application de cette réaction à la recherche de l'acide citrique, non seulement en solution aqueuse, mais aussi dans les sucs végétaux, le vin, le lait, etc. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Oxydation d'amines secondaires et tertiaires.* Note de M. **Œchsner de Coninck** (¹).

« J'ai fait connaître, au mois de décembre dernier, le mode de décomposition du chlorhydrate de méthylamine, au moyen du mélange chromique.

» Il m'a semblé intéressant de traiter de la même manière les chlorhydrates de di- et de triméthylamine, quelques bases pyridiques et quinoléiques, et un dérivé azoïque, l'azobenzol.

» *Chlorhydrate de diméthylamine.* — Traité par $Cr^2O^7K^2 + SO^4H^2$, il ne fournit qu'une trace de CO^2.

» *Chlorhydrate de triméthylamine.* — Il n'est pas décomposé par le mélange

(¹) Institut de Chimie de la Faculté des Sciences de Montpellier, février-mars 1899.

chromique; il y a là une différence remarquable entre les amines primaires, secondaires et tertiaires d'une même série.

» *Bases pyridiques.* — La pyridine n'est pas entamée, ce qui la différencie de la pipéridine, son hexahydrure, qui est partiellement décomposé par $Cr^2O^7K^2 + SO^4H^2$.

» L'α et la β-picoline sont très légèrement décomposées, avec formation de CO^2.

» La β-lutidine et l'α-collidine, dérivées de la cinchonine, la β-collidine, dérivée de la brucine, sont, au contraire, assez facilement décomposées à chaud. Voici le résultat moyen de quatre analyses :

$$CO^2 = 19,6; \qquad O + \text{air} = 0,4.$$

» *Bases quinoléiques.* — J'ai étudié, à ce point de vue spécial, la quinoléine de synthèse et une lépidine extraite du goudron de houille; l'une et l'autre sont facilement décomposées :

$$CO^2 = 19,5; \qquad O + \text{air} = 0,5.$$

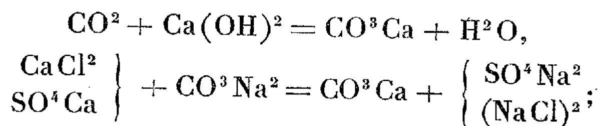
» *Azobenzol.* — Ce dérivé est détruit, avec l'aide d'une chaleur modérée; il se dégage surtout de l'anhydride carbonique, accompagné d'une trace d'azote :

$$\text{I. } CO^2 = 19,3;\ Az = 0,2 \text{ à } 0,1;\ O + \text{air} = 0,5 \text{ à } 0,6$$
$$\text{II. } CO^2 = 19,4;\ Az = 0,1; \qquad O + \text{air} = 0,5.$$

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Analyse de l'eau pour l'épuration chimique;* par MM. **Léo Vignon** et **Meunier**.

« On sait que l'eau, en industrie, peut être épurée chimiquement :

» 1° Dans des réservoirs spéciaux par la chaux et le carbonate de soude, suivant les équations :



$$CO^2 + Ca(OH)^2 = CO^3Ca + H^2O,$$
$$\left.\begin{matrix} CaCl^2 \\ SO^4Ca \end{matrix}\right\} + CO^3Na^2 = CO^3Ca + \left\{\begin{matrix} SO^4Na^2 \\ (NaCl)^2 \end{matrix}\right.;$$

» 2° Dans les chaudières à vapeur, par l'addition de CO^3Na^2 rendant l'eau très faiblement alcaline, amenant le dégagement de l'acide carbonique libre ou à demi combiné, et la précipitation de la chaux à l'état de carbonate.

» Nous avons l'honneur de communiquer à l'Académie une méthode analytique qui permet de déterminer rapidement, et avec exactitude, les éléments de l'épuration : (a) par dosage de l'acide carbonique, (b) par la mesure directe de la quantité de carbonate de sodium à employer.

» Cette méthode a comme point de départ les recherches de l'un de

nous, concernant les propriétés de la phénolphtaline employée comme indicateur coloré [1]. Elle a été rendue plus rapide et plus précise par l'emploi d'alcool pour insolubiliser le carbonate de chaux. Elle comporte deux parties :

I. — Dosage de l'acide carbonique libre ou a demi combiné.

» *Principe.* — L'acide carbonique libre, ou à demi combiné, possède la propriété de décolorer la liqueur rouge formée par le mélange d'eau de chaux et de solution alcoolique de phénolphtaléine; cette action est très rapide dans une solution renfermant 50 pour 100 d'alcool éthylique, le carbonate de chaux se précipitant immédiatement dans ce milieu.

» *Réactifs.* — *a.* Solution d'eau de chaux saturée, renfermant à la température de 15°, $1^{gr},8\,Ca(OH)^2$ par litre; cette solution peut être titrée par l'acide sulfurique $\frac{1}{5}$ normal.

» *b.* Solution alcoolique neutre, de 5^{gr} de phénolphtaléine dans 100^{cc} d'alcool à 93°. Après une heure de digestion, la liqueur est filtrée.

» *c.* Alcool éthylique 90°-93°, neutre, ayant bouilli immédiatement avant l'emploi.

» *Mode opératoire.* — 1° Dans une éprouvette de verre cylindrique, graduée, de 100^{cc}, bouchée à l'émeri, introduire 50^{cc} d'eau distillée, récemment bouillie dans une capsule de nickel, compléter le volume à 100^{cc} avec de l'alcool à 93° récemment bouilli (ballon de verre), refroidir l'éprouvette extérieurement par un courant d'eau, ajouter 10 gouttes de la solution alcoolique de phénolphtaléine. Verser ensuite, dans l'éprouvette, au moyen d'une burette divisée en dixièmes de centimètre cube, de l'eau de chaux saturée, jusqu'à coloration rouge : il faut 1^{cc}. On a ainsi un type coloré.

» 2° Dans une deuxième éprouvette, semblable à la précédente (même diamètre), introduire 50^{cc} de l'eau à analyser, compléter le volume à 100^{cc} avec de l'alcool 90°-93° préalablement bouilli et refroidi, ajouter 10 gouttes de la solution de phénolphtaléine; puis verser dans l'éprouvette, à l'aide de la burette, et en agitant de temps en temps, de la solution d'eau de chaux jusqu'à coloration rouge persistante, identique à celle du type. Soit n le nombre de centimètres cubes d'eau de chaux employés (déduction faite de 1^{cc} du type). Le volume d'acide carbonique contenu dans 1^{lit} d'eau examinée sera en centimètres cubes (ou en litres par mètre cube d'eau) :

$$\text{Vol. } CO^2 = \frac{n \times 1,8 \times 22 \times 1000}{50 \times 37 \times 1,9774} = \frac{n \times 1,8}{50} \times 0,3 = n \times 10,8.$$

---

(1) Léo Vignon, *Nouvelle méthode de dosage de l'acide carbonique dissous* (*Comptes rendus,* 5 décembre 1887).

II. — Dosage du carbonate de sodium nécessaire a la transformation des chlorures et sulfates.

» *Principe.* — *a.* Les chlorures et sulfates de calcium et de magnésium dissous dans l'eau sont intégralement et rapidement transformés en carbonates par l'action d'une solution de carbonate de sodium, si l'on a préalablement additionné l'eau de son volume d'alcool.

» *b.* La phénolphtaléine n'est pas colorée par les sulfates et chlorures de calcium et de magnésium dans les conditions précédentes, mais le carbonate de soude la colore.

» *Réactifs.* — *a.* Une solution de carbonate de sodium à 1^{gr} par litre, cette solution étant préparée avec de l'eau distillée bouillie.

» *b.* Une solution de phénolphtaléine, comme précédemment.

» *c.* De l'alcool à 93°, neutre et récemment bouilli.

» *Mode opératoire.* — 1° On préparera un type coloré, en introduisant dans une éprouvette cylindrique de 100^{cc} graduée, bouchée à l'émeri : 50^{cc} eau distillée bouillie, complétant à 100^{cc} avec de l'alcool bouilli, refroidissant, additionnant de 10 gouttes de solution alcoolique de phénolphtaléine, et 3^{cc} de la solution de carbonate de soude. On obtient ainsi un type suffisamment coloré.

» 2° Dans une capsule de nickel, on fera bouillir, pendant cinq minutes, 50^{cc} de l'eau à analyser; on verse ensuite l'eau bouillie dans une éprouvette semblable à celle du type; on rince la capsule avec de l'eau distillée que l'on fait bouillir et l'on complète le volume à 50^{cc} avec cette eau; on ajoute 50^{cc} d'alcool récemment bouilli, on refroidit l'éprouvette, puis l'on ajoute 10 gouttes de la solution de phénolphtaléine; on verse alors la solution titrée de carbonate de soude, à l'aide de la burette graduée, en agitant de manière à amener la coloration à être identique à celle du type.

» Soit n le nombre de centimètres cubes de la liqueur de carbonate de soude employés (déduction faite des 3^{cc} du type). La quantité de carbonate de soude nécessaire pour la transformation intégrale des chlorures et sulfates sera, en grammes, pour 1^{lit} d'eau :

$$Q = \frac{n}{50} = 0^{gr},02 \times n.$$

» Calculs. — Il faut distinguer deux cas :

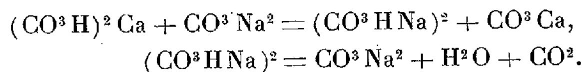
» 1° *Épuration par la chaux et le carbonate de soude dans un réservoir séparé.* — On emploiera $2^{gr},51$ CaO (préalablement éteinte et mise en lait tamisé) pour 1^{lit} CO^2, et la quantité de carbonate de sodium indiquée directement par l'analyse.

» Les quantités de réactifs ainsi fixées sont *théoriques;* ce sont celles qui correspondent aux réactions *intégrales* de l'épuration. Mais, dans la pratique, ces réactions ne s'accomplissent pas complètement ; il y a lieu de diminuer les quantités par tâtonnements, suivant les conditions dans lesquelles se pratique l'épuration (température, durée du contact des réactifs et de l'eau, etc.). Ces conditions étant variables,

elles doivent être prises en considération pour chaque cas particulier. Finalement, 50^{cc} de l'eau épurée, au moment de son emploi, ne devront pas se colorer, ou très faiblement, à l'ébullition, par l'addition de 10 gouttes de la solution alcoolique de phénolphtaléine.

» 2° *Emploi de l'eau dans les chaudières à vapeur.* — La réaction est ici intégrale, tant à cause de la température à laquelle se trouve portée l'eau que par suite de la concentration qu'elle subit.

» Il faudra employer 4^{gr},76 de CO^3Na^2 pour un litre de CO^2. Cette quantité se régénérant constamment devra être employée une fois pour toutes, sans être renouvelée, et pour le volume moyen de l'eau de la chaudière :



$$(CO^3H)^2Ca + CO^3Na^2 = (CO^3HNa)^2 + CO^3Ca,$$
$$(CO^3HNa)^2 = CO^3Na^2 + H^2O + CO^2.$$

» Pour les chlorures et sulfates, on prendra la quantité de carbonate de soude indiquée directement par l'analyse; comme ce carbonate de soude est détruit, il y a lieu de l'employer proportionnellement au volume d'eau *total* introduit dans la chaudière à vapeur. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Emploi de la chaux pour préparer les laines destinées à la teinture.* Note de MM. **Ch. Er. Guignet** et **Ém. David.**

« Au cours de ses longs travaux sur la teinture, notre illustre maître Chevreul constata que la laine épuisée par l'action successive de tous les dissolvants qui peuvent lui enlever quelque chose, sans en altérer la structure, ne se teint pas mieux que la laine simplement *dégraissée* au carbonate de soude, comme on l'emploie dans la plupart des ateliers.

» Mais il constata en même temps un résultat fort inattendu : soumise à l'action de l'eau de chaux, à froid et à l'abri de l'air, la laine prend une aptitude extraordinaire pour la teinture. Nous avons étudié en détail ce procédé, qui est entré dans la pratique des Gobelins et qui peut passer aisément dans l'industrie, car les couleurs artificielles teignant directement la laine dans un bain acide ou, comme l'on dit dans l'industrie, les couleurs qui *montent à l'acide,* teignent beaucoup mieux la laine passée à la chaux que la laine ordinaire.

» C'est donc un procédé tout à fait général, comme le prouvent les écheveaux comparatifs accompagnant la présente Note.

» Voici d'ailleurs la manière d'opérer :

» Nous employons (au plus) 5 pour 100 du poids de la laine, sous forme de chaux vive, blanchie et pure, soit 50^{gr} de chaux pour 10^{kg} de laine en écheveaux.

» La chaux est éteinte avec les précautions ordinaires, puis délayée dans 2^{hlit} d'eau, contenus dans une cuve profonde.

» On laisse déposer les impuretés contenues dans la chaux et l'on introduit les écheveaux suspendus à des bâtons par des cordes, de façon que la laine soit bien plongée, à l'abri de l'air. On remue de temps en temps, en changeant les points de contact avec les cordes.

» Au bout de quarante-huit heures, on retire et on lave à grande eau.

» Les mordants s'emploient comme d'ordinaire : l'acide du mordant suffit pour neutraliser les minimes quantités de chaux que la laine peut retenir malgré les lavages. Mais, quand il s'agit des *couleurs directes*, on passe la laine dans l'eau acidulée par l'acide chlorhydrique et on lave à grande eau.

» Ce procédé n'offre qu'un inconvénient : c'est de donner à la laine une légère teinte orangée, équivalant à celle que prend à la longue la laine la mieux blanchie, par l'exposition à l'air et à la lumière. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur le pouvoir réducteur des tissus : le muscle.* Note de M. **Henri Hélier**, présentée par M. Arm. Gautier [1].

« J'ai montré, dans une précédente Note (*Comptes rendus* du 30 janvier 1899), comment la mesure des pouvoirs réducteurs permettait d'étudier le fonctionnement d'une glande. J'ai fait voir que pendant la période active le pouvoir réducteur du foie et du pancréas tombait environ à la moitié de sa valeur primitive, et que la glande ainsi *déchargée* se rechargeait ensuite lentement au fur et à mesure qu'elle assimilait les produits de la digestion. Je veux montrer aujourd'hui que le muscle qui travaille se comporte d'une façon analogue.

» J'ai d'abord opéré sur le gastrocnémien de cobaye.

» L'animal étant fixé sur une table d'opérations, on met à nu son gastrocnémien droit. Après section du tendon et dégagement du muscle, on exerce sur lui une tension de 120^{gr} au moyen d'un poids suspendu à un fil. Cette tension est rendue horizontale par passage du fil sur une poulie. Cela fait, on force électriquement le muscle à se contracter. Chaque contraction lui fait soulever le poids de 120^{gr}. Au bout d'un certain temps, le muscle s'épuise, et la contraction ne se fait plus. On n'a plus qu'à détacher complètement le muscle et à mesurer son pouvoir réducteur.

» J'ai trouvé ainsi pour le muscle épuisé le nombre 16, tandis que le muscle gauche non fatigué m'a donné le nombre 20,2.

» Je rappelle que ces deux nombres représentent le nombre de centimètres cubes

(1) Laboratoire de Chimie minérale, Faculté des Sciences de Lyon.

d'une solution de permanganate de potasse à $\frac{1}{200}$ de molécule, soit $1^{gr},59$, par litre, qu'un gramme de tissu est capable de consommer pour le faire passer à l'état de sesquioxyde de manganèse.

» Cette expérience montre bien la chute du pouvoir réducteur sous l'influence du travail. Comme j'avais des quantités de matière un peu faibles, j'ai recommencé cette expérience sur le lapin.

» Il était d'abord bon de s'assurer que les deux muscles correspondants droit et gauche avaient même pouvoir réducteur en temps ordinaire. Les mesures ont donné pour les deux sciatiques 15,0 et 15,1. Sur un autre animal, on a recommencé l'expérience déjà citée tout à l'heure à propos du cobaye. La seule différence était que le muscle devait soulever 900^{gr}. L'opération a duré une demi-heure. Le muscle ne paraissant pas se fatiguer assez vite, on a terminé par une tétanisation d'une dizaine de minutes.

» Dans ces conditions on a trouvé pour le muscle sain le pouvoir réducteur 14,3 et pour le muscle fatigué, 8,95.

» Une troisième expérience, faite sur le même muscle après ligature de l'artère, ce qui empêche le muscle de réparer ses pertes, a montré que par tétanisation immédiate le muscle était très vite épuisé. La mesure des pouvoirs réducteurs a donné 15 pour le muscle sain et 11,3 pour le muscle tétanisé.

» Il résulte de là bien nettement que, lorsque le muscle travaille, il se décharge et qu'il récupère ensuite son pouvoir réducteur en assimilant les produits de la digestion.

» Nous pouvons encore conclure que la sciatique du lapin non fatigué a un pouvoir réducteur voisin de 15.

» Les autres muscles possèdent-ils même pouvoir réducteur moyen?

» Les mesures comparatives faites sur le même animal ont donné les résultats suivants :

Diaphragme	14,2	à	12,1
Langue	10,2	»	9,5
Long dorsal	15,25	»	14,8
Masseter	12,3		
Sternomaxillaire et sternohyoïdien	9,5		
Pectoral	11,5		
Grand dentelé	12,9		

» Le cœur, dont la constitution histologique est spéciale, donne cependant des résultats du même ordre : 13,9 et 12,9.

» Donc, pour tout muscle à l'état de repos relatif, le pouvoir réducteur oscille autour d'une certaine moyenne, mais pour les divers muscles les moyennes sont différentes.

» Il semble que ces moyennes sont en relation directe avec le travail que fournit le muscle. Plus ce travail est grand, plus la moyenne est élevée. On conçoit dès lors ce qu'est l'entraînement musculaire. C'est une éducation de la cellule à laquelle on fait effectuer un travail de jour en jour plus considérable et qui, pour y faire face, apprend de jour en jour à accumuler dans ses réserves une plus grande quantité de substances réductrices. »

PHYSIOLOGIE. — *Synthèse et vocables de certaines voyelles.* Note de M. **Marage**, présentée par M. Marey.

« On peut appeler *voyelles,* des sons produits, dans l'intérieur des résonateurs supra-laryngiens, par une double vibration aérienne. La première est une vibration ordinaire, due à l'échappement discontinu de l'air à travers la glotte (note fondamentale). La seconde est formée par les cyclones de Looteus, c'est-à-dire par des mouvements circulaires très rapides, produits dans les cavités supra-laryngiennes par la sortie de l'air.

» Autrement dit : les voyelles ont deux origines, la vibration de l'air, le transport de l'air.

» Première preuve. — Tout transport d'air, continu ou discontinu, c'est-à-dire sourd ou sonore, produit, dans une cavité, des cyclones de Looteus.

» Pour le prouver, il suffit de remplir de fumée un résonateur en verre, $si\flat_3$ par exemple : si l'on souffle, on voit les cyclones se produire, soit qu'on opère avec un simple tube, soit que l'air insufflé devienne sonore en passant à travers un diapason à anche donnant une *note quelconque*.

» Deuxième preuve. — Si, comme nous l'avons vu, il y a une vocable pour chaque voyelle, c'est-à-dire une note correspondant à la forme des résonateurs supra-laryngiens, on doit reproduire la voyelle en faisant vibrer le résonateur correspondant au moyen d'un courant d'air traversant un diapason à anche, qui représente le larynx. Alors deux cas se présentent : ou la vocable est fixe, comme l'a dit Helmholtz ; alors on entendra la voyelle avec toutes les notes ; ou, comme je l'ai dit, la vocable est fonction de la note, et pour A, par exemple, dont la vocable est $si\flat_4$, le meilleur A sera celui qui sera prononcé sur le troisième sous-harmonique, c'est-à-dire $\frac{si\flat_4}{3}$ ou une note voisine de mi_3. C'est la deuxième hypothèse qui est la vraie.

» Avec les notes basses, on entend AN; le meilleur A est sur une note voisine de mi_3, et, quand on arrive à la quatrième octave, on n'entend plus que la note (chose importante pour la diction des chanteurs). Pour OU et O, on obtiendrait des résultats analogues : le meilleur O est le deuxième sous-harmonique de $si\flat_3$; le meilleur OU est donné sur une note voisine de $si\flat_2$.

» On peut faire chanter le résonateur sur une note quelconque, même discordante avec lui; la note du diapason n'est jamais changée; mais on ne retrouve pas la note fondamentale du résonateur.

» TROISIÈME PREUVE. — La vibration seule ne donnerait pas la voyelle; pour le prouver, on interpose entre le diapason et le résonateur une membrane de caoutchouc, non tendue, qui transmet toutes les vibrations, mais empêche le passage de l'air; la voyelle est à peine perçue.

» QUATRIÈME PREUVE. — Si l'on prend, par la méthode que j'ai indiquée dans ma Note du 13 février dernier, les tracés des voyelles synthétiques ainsi obtenues, on obtient toujours pour le diapason une sinusoïde et pour les vibrations du diapason qui ont traversé le résonateur un groupe de trois pour A, de deux pour O, de une pour OU, la note étant représentée par le nombre de groupes : les tracés des voyelles synthétiques sont donc identiques aux tracés des voyelles ordinaires.

» On peut alors appliquer le théorème des forces vives à l'air qui a été employé à former la voyelle; on calcule la force vive de l'air qui s'échappe à chaque vibration du diapason sous une pression de 16^{cm} d'eau, par exemple, qui est la pression avec laquelle l'air sort quand on parle; pour A cette masse d'air produit un tracé à trois périodes d'inégale amplitude. La première partie de l'air ayant conservé sa force vive produit un déplacement du levier $2n$; la deuxième partie un déplacement n, et la troisième un déplacement $\frac{n}{2}$; ces pertes de force vive sont dues aux cyclones décrits dans les résonateurs par l'air avant de s'échapper.

» Or on peut calculer le travail que le déplacement du levier a nécessité, et, si l'on compare les résultats théoriques avec les résultats expérimentaux, les nombres sont aussi concordants que possible.

» *Première conséquence.* — La vocable ne fait pas la voyelle, mais elle indique son degré de pureté.

» *Deuxième conséquence.* — Si les résonateurs supra-laryngiens restent constants, il y a autant de voyelles que de notes laryngiennes, et, si l'on veut conserver la voyelle, il faut à chaque note changer la forme des réso-

nateurs : le nombre des voyelles est donc très considérable; mais, pour avoir des voyelles pures, il faut rester dans les notes communes à tous les registres.

» *Troisième conséquence.* — Dans les notes au-dessus de ut_4, les résonateurs naturels se mettent à l'unisson avec la note laryngienne, et l'on ne distingue plus que la note seule variant entre un O et un A peu définis.

» *Quatrième conséquence.* — On peut appliquer le calcul à la formation des voyelles synthétiques et déterminer ainsi les conditions physiques nécessaires pour produire une voyelle pure. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur l'agent pathogène de la rage.* Note de M. E. **Puscariu.**

« Jassy (Roumanie), 7 mars 1899.

» Dans une série de recherches que j'ai faites, avec l'aide de M. Papesco, sur les lésions du système nerveux dans la rage telles qu'elles ont été décrites par différents auteurs, nous avons constamment trouvé, dans le tissu nerveux, des formations spéciales dont la nature parasitaire ne me laisse aucun doute et que je crois devoir considérer comme l'agent pathogène de la rage.

» Dans vingt et un cas de rage examinés par nous, la présence constante de formations globulaires de différentes grandeurs, décrites comme corps amylacés (Meynert, Schaffer, Babes, Kolesnikoff), leur grand nombre et leur aspect spécial, parfois rayonné, avaient attiré depuis longtemps déjà mon attention et m'avaient fait soupçonner qu'il pourrait y avoir un rapport intime entre ces formations et la cause de la rage.

» Sans insister sur les autres lésions du système nerveux, je donne ici, en résumé, les résultats obtenus dans notre laboratoire :

» *a.* Nos recherches ont porté sur quatre cas de rage chez l'homme, cinq chez le chien mort de rage des rues, cinq chez le lapin mort de virus fixe, et, dans sept autres cas, sur des lapins inoculés avec le virus fixe par trépanation et tués dans les sept jours d'incubation, en vue d'étudier le développement progressif des lésions.

» Les sections des pièces, durcies dans l'alcool, ont été colorées avec le bleu de méthylène chaud, d'après le procédé de Nissl, avec cette modification que la décoloration dans l'alcool aniliné a été moins complète et que, après que les sections ont eu passé dans l'alcool absolu et dans l'huile d'origanum, elles ont été montées dans le baume de Canada.

» Ce procédé nous a seul donné de bons résultats.

» *b*. Dans les sections ainsi colorées, on voit des formations globulaires de 10μ à 50μ ou même davantage, avec des bords irréguliers, noueux; elles sont colorées en bleu ou en bleu violacé plus ou moins intense, selon que l'action du décolorant a été plus ou moins prolongée.

» Ces globules sont disposés dans les tissus d'une manière irrégulière, disséminés, rarement en groupes ou en conglomérations; ils sont quelquefois si nombreux qu'ils remplacent en grande partie les tissus raréfiés. Leur nombre est d'autant plus grand que les autres lésions sont plus prononcées.

» On trouve souvent ces corps (surtout dans les cas où l'infection a été produite par la trépanation) placés à la surface du cerveau ou des cavités centrales. Ils proéminent à la surface, sous forme de végétations, et pénètrent plus ou moins dans la profondeur de la substance nerveuse, ou dans les fentes naturelles de la surface du cerveau.

» On constate souvent de petits globules, de 7μ à 10μ, libres dans le liquide des cavités centrales. Leur présence dans les cavités et les espaces lymphatiques paraissent indiquer la voie par laquelle ils se propagent.

» Avec le violet de méthyle, ils donnent la réaction amyloïde; avant la coloration, ils ont un aspect jaunâtre, réfringent, avec surface inégale. Quelquefois on trouve de ces globules dans les espaces péricellulaires dilatés, ou même à l'intérieur des cellules nerveuses occupant la place du noyau disparu.

» *c*. Dans les préparations bien réussies, ces formations se présentent sous la forme d'une substance homogène, finement granulée, colorée en bleu violacé pâle, dans laquelle on distingue un grand nombre de granulations, d'une coloration plus intense.

» Ces granulations se composent, en partie, de bacilles distincts, droits ou légèrement recourbés, de $0^{\mu},4$ à $0^{\mu},6$ de largeur et de 2μ à 3μ de longueur. Leurs extrémités sont arrondies et présentent parfois une teinte plus foncée; ces bacilles sont ordinairement disposés parallèlement en ligne.

» Le plus souvent, on trouve des bacilles plus longs, dont l'une des extrémités montre un renflement allongé en forme de massue, de grandeur différente, et qui peuvent grossir jusqu'à devenir piriformes. Ils peuvent atteindre jusqu'à 6μ à 8μ de longueur et de 3μ à 4μ de diamètre, dans la partie renflée. Ces dernières formes de cellules ressemblent beaucoup aux crosses des Actinomyces; quand elles sont plus grandes, elles ont une partie centrale distincte, d'une coloration foncée, qui se prolonge vers l'extrémité effilée. Cette partie centrale plus foncée a l'aspect d'un filament dont l'extrémité renflée est entourée d'une capsule ou membrane épaisse, d'une coloration plus pâle.

» Outre ces formes en crosse, on trouve des cellules rondes de différentes grandeurs, variant entre 1μ et 3μ environ; elles présentent au centre un point plus coloré. Ces cellules semblent être des crosses vues dans la direction de leur axe.

» On arrive à bien distinguer les différentes formes de ce microbe, en désagrégeant leurs colonies par une pression exercée à l'aide d'une aiguille sur la lamelle de la préparation.

» Dans leurs groupements, ou colonies, les bacilles présentent une disposition rayonnée, avec leurs extrémités renflées (crosses) à la périphérie; il se forme ainsi

une zone souvent plus pâle, dans laquelle on distingue bien les crosses. Dans les petites colonies, les crosses sont ordinairement plus petites.

» *Les colonies formées par ce microbe ressemblent beaucoup aux colonies d'Actinomyces;* mais nous n'avons pas pu distinguer de mycélium au centre des colonies. Nous croyons que c'est la substance homogène, interposée entre les individus de la colonie, qui empêche de distinguer les microbes dans les colonies colorées par les procédés simples.

» *d.* En dehors des colonies, on trouve souvent des parasites solitaires ou en très petits groupes, produisant une infiltration diffuse dans les tissus, surtout dans les foyers où les colonies sont plus nombreuses.

» On peut les voir quitter les colonies et pénétrer entre les éléments du tissu. On les trouvera souvent le long des gaines des fibres, mais alors on ne peut les distinguer que difficilement, en raison de leurs déformations, qui leur font prendre des formes courbes ou irrégulières.

» Le caractère parasitaire des formations que nous venons de décrire, leur présence constante dans le tissu du système nerveux central, ne nous laissent plus aucun doute qu'elles constituent l'agent pathogène de la rage. Il reste maintenant à trouver le moyen de faire des cultures de ce parasite et à confirmer, par des preuves expérimentales, notre conviction.

» Nous poursuivrons nos recherches : nous aurons l'honneur d'en communiquer les résultats à l'Académie, si elle veut bien le permettre. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur une oxydase productrice de pigment, sécrétée par le coli-bacille.* Note de M. **Gabriel Roux**, présentée par M. A. Chauveau.

« Dans une Note à la Société de Biologie (16 juillet 1898), M. Roger a fait connaître que quelques bactéries, dont le coli-bacille, possèdent la propriété, lorsqu'on les cultive sur des tranches d'artichaut cuit, de produire un pigment vert qui n'apparaît pas sur les autres milieux de culture.

» J'ai répété, il y a quelques mois, les expériences de M. Roger qui m'intéressaient surtout au point de vue de la diagnose différentielle du coli-bacille et du bacille d'Eberth, ce dernier ne produisant pas de pigment dans les conditions susprécitées, et j'ai été amené, pour certaines raisons, récemment exposées à la Société nationale de Médecine de Lyon

(5 décembre 1898), à apporter quelques modifications à la technique des cultures sur artichaut.

» Le nouveau substratum nutritif que j'emploie de préférence est tout simplement une décoction de tête d'artichaut à laquelle on incorpore de la gélatine dans les proportions usuelles sans adjonction d'aucune autre substance. Un semblable milieu, qui est naturellement neutre ou très légèrement acide, ensemencé en strie ou en piqûre avec du coli-bacille, ne tarde pas à donner une très copieuse culture et à prendre une coloration vert émeraude très intense, coloration qui apparaît d'abord dans les parties les plus minces ou les plus exposées à l'air et ne tarde pas à envahir toute l'épaisseur de la gélatine.

» Toutes les variétés de coli-bacille qu'il m'a été donné d'expérimenter se sont comportées de façon identique, tandis que les bacilles d'Eberth typiques n'ont donné naissance à aucune teinte spéciale.

» J'ai cependant observé deux types intermédiaires possédant la plupart des caractères attribués au bacille d'Eberth et qui, cependant, au bout d'un très long temps, ont fourni la coloration verte du coli; je reviendrai sur ces faits exceptionnels, ainsi que sur les facteurs d'ordre physique, chimique ou biologique qui favorisent, entravent ou empêchent la production du pigment.

» Je désire simplement, aujourd'hui, mettre en évidence la cause première, initiale, du phénomène, laquelle, très vraisemblablement, n'est autre que la sécrétion par le coli-bacille (et par quelques autres bactéries) d'une de ces diastases auxquelles on donne, en raison de leur fonction toute spéciale et depuis les remarquables travaux de M. G. Bertrand, le nom d'*oxydases* (*laccase, tyrosinase,* etc.).

» Un certain nombre de faits concernant le rôle joué par ces oxydases, la *tyrosinase* notamment, dans la production de certains pigments d'origine microbienne ont déjà été signalés (Radais, Bourquelot et Bongaut, Charrin, Genard, etc.), qui ont quelque analogie avec celui que je signale aujourd'hui.

» Pas plus que M. Genard (voir *Soc. biolog.*, 12 novembre 1898), et très probablement pour les mêmes raisons, je n'ai pu encore réussir à isoler la diastase oxydante, mais je crois être arrivé, en suivant les conseils qui m'ont été donnés par M. Cazeneuve, à fournir néanmoins la preuve indirecte de son existence, et cela grâce aux expériences suivantes :

» Première série d'expériences. — *Action d'une oxydase authentique sur la gélatine-artichaut.* — Après avoir intimement mélangé une solution aqueuse de *laccase*

à de la *gélatine-artichaut* liquéfiée, j'ai solidifié le tout en plaque enroulée d'Esmarch; un tube semblable mais sans *laccase* servait de témoin. Je n'ai point obtenu la teinte verte franchement émeraude que donne la culture du *coli;* mais, tandis que le tube témoin restait incolore, celui qui renfermait de la *laccase* n'a pas tardé à prendre une coloration vert olive ou vert jaunâtre qui s'est de plus en plus accentuée les jours suivants.

» Deuxième série d'expériences. — *Action du coli-bacille sur une substance éminemment oxydable.* — J'ai employé ici de la gélatine-peptone ordinaire additionnée d'une très petite quantité d'*hydroquinone* et ensemencée soit en strie, soit en piqûre. Des tubes renfermant le même mélange, non fertilisés ou ensemencés avec des bactéries ne produisant pas de pigment sur la gélatine-artichaut, ont servi de témoins.

» Les expériences de cette série, renouvelées à plusieurs reprises, ont été absolument démonstratives : tandis, en effet, que la gélatine des tubes témoins restait incolore ou ne devenait, très à la longue, que légèrement jaunâtre, celle des tubes ensemencés avec le coli était le siège de modifications très hâtives et très importantes dans sa teinte primitive; on observe tout d'abord, trois ou quatre jours après l'ensemencement, le long de la strie, une ou plusieurs taches brunes nettement apparentes qui comprennent à la fois les parties superficielles de la nouvelle colonie et les portions immédiatement environnantes du substratum nutritif. Je ne saurais mieux comparer l'état de ce dernier, à ce moment, qu'à ce qu'on observe sur la gélatine-peptone tout autour des colonies de *Cladothrix dichotoma.* La tache brune s'élargit de plus en plus et, au bout de quinze à vingt jours, la totalité de la gélatine a acquis une coloration extrêmement foncée, rouge acajou; à la même époque, je le répète, les tubes témoins placés dans les mêmes conditions de température, de lumière, d'aération, etc., ont conservé leur teinte primitive intacte ou à peine modifiée.

» La production hâtive et abondante d'une oxydase par le coli-bacille (et par d'autres bactéries que j'indiquerai bientôt) me semble donc devoir être mise hors conteste par ces expériences sur la gélatine à l'hydroquinone.

» Comme la plupart de ses congénères, cette oxydase ne peut produire ses effets qu'en présence de l'oxygène et il suffit de verser au-dessus des cultures de coli-bacille un peu d'huile stérilisée pour empêcher l'apparition de tout pigment; par contre, ce dernier prend naissance à l'obscurité aussi bien qu'à la lumière.

» Rendue appréciable par la coloration vert émeraude de la gélatine-artichaut, l'action de l'oxydase sécrétée par le coli-bacille devient également manifeste sur la gélatine-cardon en donnant très rapidement à cette dernière une teinte jaune ambré qui va en s'accentuant de plus en plus. »

BOTANIQUE. — *Sur les Algues qui croissent sur les Araignées de mer, dans le golfe de Gascogne.* Note de M. C. SAUVAGEAU, présentée par M. Guignard.

« J'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie, en 1896 (¹), les résultats généraux des observations que j'avais faites sur la répartition des Algues marines dans le golfe de Gascogne, et l'on sait maintenant que la flore algologique littorale du pays basque a un caractère différent de celle du sud de la Bretagne et du nord de l'Espagne.

» En 1898, j'ai séjourné au printemps et en été dans les Basses-Pyrénées pour continuer mes recherches sur la reproduction des Phéosporées, et j'ai pu en même temps recueillir, dans la zone sublittorale, plusieurs espèces dont l'existence était inconnue dans ces parages et qui présentent un certain intérêt. Je n'ai fait aucun dragage pour les obtenir, car ce procédé exige plus de temps et de ressources que je n'en pouvais disposer. Je me suis contenté d'herboriser sur les coquilles des Mollusques (Triton, Turbo) et surtout sur la carapace de l'Araignée de mer (*Maia squinado*) que les pêcheurs capturent dans les casiers à langoustes. On sait que ce Crustacé est parfois couvert d'Algues, et des zoologistes l'ont vu se servir de ses pattes pour s'en revêtir. Mais, sur les Araignées de mer que j'ai eues entre les mains de juin à septembre, les *Cystoseira* étaient à peu près les seules plantes qui fussent accrochées à l'état de fragments. Par contre, un grand nombre d'espèces d'Algues, plus molles et plus délicates, s'étaient implantées sur leur carapace comme elles l'eussent fait sur le rocher. On peut donc obtenir ces plantes en parfait état pour l'étude, et je ne doute pas que ce procédé indirect de dragage, qui à ma connaissance n'avait pas encore été utilisé, ne puisse donner de bons résultats aux algologues, particulièrement dans les localités où l'on ne pêche pas au chalut. Après les gros temps, bien des Algues sont aussi retenues directement par les casiers. Je ne citerai ici que les espèces présentant un intérêt particulier.

(¹) *Observations générales sur la distribution des Algues dans le golfe de Gascogne* (*Comptes rendus*, t. XXII). Voir aussi mon Mémoire plus détaillé : *Note préliminaire sur les Algues marines du golfe de Gascogne* (*Journal de Botanique*, t. XI, 1897).

» A. Algues brunes. — Les *Zanardinia collaris, Cutleria multifida, Carpomitra Cabreræ, Halopteris filicina* sont des plantes assez répandues dans la Méditerranée; on les connaissait aussi dans la région océanique voisine du détroit de Gibraltar, mais on ne les avait pas mentionnées dans le golfe de Gascogne.

» Le *Carpomitra Cabreræ*, qui est une des plantes les plus rares de la flore bretonne et britannique, paraît au contraire très abondant à quelques milles au large de Biarritz et de Guéthary. J'ai récolté aussi, sur les *Maia,* le *Giraudya sphacelarioides* et le *Sphacelaria Plumula,* que l'on trouvera sans doute aussi au Maroc et dans le sud de l'Espagne. Le *Spatoglossum Solierii* paraissait presque exclusivement méditerranéen, car on l'a cité, en outre, seulement à Tanger, et il n'est pas certain que les frères Crouan l'aient réellement vu à Brest; j'en ai recueilli plusieurs beaux exemplaires dans les casiers des pêcheurs. Le *Cystoseira Montagnei,* si facilement reconnaissable à ses renflements en olive à la base des rameaux, est essentiellement méditerranéen, et il ne remonte pas au delà de Cadix; cependant, il est très abondant dans la zone sublittorale de la côte basque. J'ai mentionné le fait (*loc. cit.*) qu'en 1870 Thuret récolta près de Biarritz, en place, le *Phyllaria reniformis,* espèce de la Méditerranée occidentale, que j'ai vainement recherché pendant plusieurs années; mais je l'ai vu rejeté à différentes reprises en 1898 après un gros temps; il doit donc exister au large, et sa présence sur la côte, observée par Thuret, était accidentelle. On ne l'a jamais cité plus au nord. L'*Ascocyclus hispanicus* de la côte nord de l'Espagne forme parfois des taches noires sur les pattes de *Maia* et sur les coquilles.

» B. Algues floridées. — Le *Bonnemaisonia asparagoides,* que jusqu'alors j'avais trouvé seulement rejeté, croît fréquemment sur les Araignées de mer, et, après une tempête, il encombre les casiers. Le *Glocosiphonia capillaris,* de caractère septentrional bien plus accentué, puisqu'il était inconnu au sud de la Bretagne, croît également sur les *Maia.* Le *Chrysymenia Chiajeana,* espèce méditerranéenne, y atteint, au contraire, sa limite vers le nord. Je mentionne encore, parmi les plantes remarquables récoltées dans les mêmes conditions, les *Compsothamnion thuyoides, Callithamnion tripinnatum, Brongniartella byssoides, Calosiphonia vermicularis, Antithamnion cruciatum, Antithamnion Plumula.* On trouve parfois, sur les coquilles, en touffes denses, le *Fauchea microspora* qui habite aussi Cadix, Tanger et la Méditerranée occidentale. Le *Thuretella Schousboei* a la même distribution géographique restreinte que le précédent, mais Thuret et M. Bornet l'ont trouvé rejeté en 1868 à Guéthary, en beaux exemplaires qui leur ont servi à en établir la monographie dans les Notes algologiques; il n'avait pas été vu depuis sur nos côtes; or il se développe sur les Araignées de mer et fait donc bien partie de la flore sublittorale du Golfe. Je mentionnerai encore un *Ceramium* appartenant à une section dont tous les représentants sont exotiques, et qui est probablement le *C. australe* de la Nouvelle-Hollande. Enfin, le *Schimmelmannia Schousboei,* du Maroc et de la Sicile, ne m'a pas été rapporté par les pêcheurs, mais j'en ai trouvé un superbe exemplaire de plus de trente centimètres de longueur, rejeté à la côte; son parfait état de fraîcheur indiquait qu'il flottait depuis peu de temps. Il appartient donc aussi à la flore sublittorale du fond du golfe de Gascogne.

» En résumé, un certain nombre d'Algues habitant au nord et au sud du golfe de Gascogne, mais qui n'avaient pas été trouvées au fond du golfe sur les rochers qui découvrent à mer basse, y croissent dans la zone sublittorale. Un certain nombre d'autres Algues habitant la Méditerranée ou la région de l'Atlantique peu éloignée du détroit de Gibraltar, vivent aussi dans la zone sublittorale du fond du golfe. La flore algologique du pays basque, qui diffère de celle de Bretagne et de la côte nord de l'Espagne par l'absence de la plupart des grandes Algues brunes bien caractéristiques, se rapproche de celle de la Méditerranée, non seulement par ce même caractère négatif, mais encore par la présence d'autres plantes qui croissent aussi dans cette mer. »

HYGIÈNE. — *Sur l'emploi des matières colorantes pour la recherche de l'origine des sources et des eaux d'infiltration.* Note de M. **A. Trillat**, présentée par M. Duclaux.

« J'ai étudié les conditions du mode d'emploi des principales matières colorantes pour la recherche de l'origine des sources et, en général, des eaux d'infiltration. Les matières colorantes que j'ai expérimentées sont les suivantes : fuchsines neutre et acide, violet de Paris, bleu de méthylène, vert malachite, auramine, rouge congo, éosine, safranine et fluorescéine [1].

» Ces produits ont été purifiés et séchés à 100°, afin d'évaluer comparativement l'intensité de coloration de leurs solutions.

» Les solutions au $\frac{1}{1000000}$ dans l'eau distillée sont encore nettement colorées : à la dose de $\frac{1}{500000000}$, certaines deviennent difficilement appréciables.

» Voici, pour cette dose, le classement des couleurs expérimentées par ordre décroissant d'intensité : fluorescéine, vert malachite, bleu méthylène, violet de Paris, safranine, fuchsine neutre, congo, auramine. La fuchsine acide et l'éosine ne sont presque plus appréciables.

» Si l'on remplace l'eau distillée par une eau marquant 15° hydrotimétriques, l'intensité de coloration des solutions ne varie pas. Mais une eau marquant 40°, contenant des carbonates, provoque une décoloration complète de la fuchsine, du violet et du vert malachite. Les autres couleurs sont considérablement atténuées après vingt-quatre heures : la fluorescéine perd un tiers environ de son pouvoir fluorescent.

---

(1) Le détail de mes expériences sera publié ailleurs.

» J'ai étudié l'influence de divers sols sur les solutions des matières colorantes. Le mode opératoire consistait à faire traverser la couche de terre expérimentée, sous une épaisseur de 30^cm, par chaque solution.

» J'ai choisi des sols calcaires, sablonneux, argileux et tourbeux contenant respectivement 0; 4,56; 7,94 et 49,07 pour 100 de matières organiques, et 6,09; 0; 79,20 et 35 pour 100 d'argile.

» Le passage des solutions à travers la couche de sol sablonneux diminue la coloration dans de faibles proportions.

» La couche de sol calcaire décolore entièrement les solutions au $\frac{1}{1000000}$, excepté les solutions de fluorescéine. En additionnant d'acide acétique les liquides filtrés, on ne régénère aucune coloration, sauf celle de la fuchsine acide. Il y a donc eu précipitation des couleurs à l'état de base par les carbonates, tandis que la fuchsine acide soluble à l'état de base n'a pas été arrêtée.

» La couche de sol argileux a donné des résultats intermédiaires entre les deux précédents.

» Toutes les solutions, même celle de la fluorescéine, ont été entièrement décolorées par le passage à travers la couche de sol tourbeux. L'addition d'acide acétique dans les liquides après filtration a régénéré la coloration de la fuchsine acide.

» Des résultats analogues ont été donnés par des terres légères de jardin et des terres arables.

» Enfin, il était important d'examiner l'influence des produits de décomposition animale jointe à celle de l'ammoniaque libre.

» J'ai employé dans ce but le fumier de ferme, sous une couche de 30^cm. Toutes les solutions au $\frac{1}{1000000}$ sont devenues incolores, excepté celle de la fluorescéine : la fuchsine acide put être régénérée comme précédemment.

» Il ne reste donc à retenir comme utilisables que la fuchsine acide et la fluorescéine que l'on pourra employer séparément ou conjointement, selon les cas et la nature du terrain.

» La fluorescéine est décelable à l'œil à la dose de $\frac{1}{200000000}$ dans l'eau de Seine en examinant sa solution sous une couche de 20^cm. Le dispositif suivant permet de décupler la sensibilité de la fluorescence : le principe est basé sur l'augmentation de la visibilité de la fluorescence lorsqu'on observe une solution contre une surface noire.

» L'appareil consiste en deux tubes de verre blanc, bien calibrés, de 1^m,20 de long et d'un diamètre intérieur de 15^mm. Une de leurs extrémités est fermée par un bouchon recouvert sur la face interne d'une couche de vernis noir. Les deux tubes étant disposés verticalement sur un support, on verse dans l'un l'eau type prélevée avant l'addition de matière colorante et, dans l'autre, la même eau prélevée après cette opération

et après des espaces de temps variables. Le ménisque supérieur des couches liquides affleurant à 1^{cm} des bords de chaque tube, on regarde successivement les deux couches liquides en plaçant l'œil dans l'axe des tubes. La présence de la moindre trace de fluorescéine se reconnaît en ce que la couche liquide observée contre la surface noire du bouchon s'éclaire d'une couleur verte, tandis que la couche d'eau naturelle prend une teinte bleue sombre.

» Ce procédé permet de différencier de l'eau contenant $\frac{1}{2000000000}$ de fluorescéine, soit 1^{gr} par 2000^{mc} d'eau.

» Les conclusions à tirer de ce travail peuvent se résumer ainsi :

» 1° Pour des solutions semblables l'intensité des colorations diminue avec le degré hydrotimétrique de l'eau et peut complètement disparaître sous l'influence des carbonates alcalins.

» 2° La filtration à travers des sols calcaires, excepté la fluorescéine, précipite les couleurs à l'état de base. Les colorations ne peuvent être régénérées, excepté celle de la fuchsine acide. Le sol tourbeux décolore toutes les solutions.

» 3° La fluorescéine et les couleurs acides, comme la fuchsine acide, donnent les meilleurs résultats et pourront être utilisées conjointement, surtout en présence de matières organiques ammoniacales.

» 4° La méthode que j'ai décrite permet de reconnaître la fluorescéine à $\frac{1}{2000000000}$ de dilution.

» 5° L'expérience devra toujours être précédée d'une étude sommaire des eaux et du sol. »

M. Balland adresse une Note « Sur la composition et la valeur alimentaire des principaux légumes ».

L'auteur rappelle les résultats que fournit l'analyse des plantes légumières, cultivées pour leurs parties souterraines (racines, bulbes, tubercules), pour leurs tiges ou leurs feuilles, pour leurs fleurs, pour leur fruits ou pour leurs graines.

La comparaison de ces résultats le conduit aux conclusions suivantes :

« En résumé, les légumes les plus nourrissants sont fournis par des racines ou des tubercules moins hydratés que les feuilles et les tiges, comme les pommes de terre, les patates, les topinambours, dans lesquels, après l'eau, les matières hydrocarbonées (amidon, inuline, sucre) tiennent le premier rang; puis viennent, d'après la richesse en azote, l'agaric comes-

tible (champignon de couche), les salsifis, les pousses d'asperge, les fonds d'artichaut, les choux-fleurs, les petits pois et les haricots verts, les choux en général, les épinards, l'oseille et la laitue. Quant aux autres produits, leur valeur nutritive est presque nulle : ils n'agissent que par leurs sucs aqueux ou leurs matières cellulosiques qui favorisent la dissociation des viandes dans l'estomac; plusieurs, d'ailleurs, sont exclusivement employés comme condiments. »

M. L. Crelier adresse une Note « Sur une nouvelle démonstration du développement de Legendre pour $\sqrt{A}$ ».

La séance est levée à 4 heures et demie.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 13 mars 1899.

Leçons sur la détermination des orbites, professées à la Faculté des Sciences de Paris, par F. Tisserand, rédigées et développées, pour les calculs numériques, par J. Perchot, avec une préface de H. Poincaré. Paris, Gauthier-Villars, 1899; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. H. Poincaré.)

Stigmates dystrophiques de l'hérédo-syphilis, par le Dr Edmond Fournier, avec 26 figures dans le texte et 3 hors texte dont une en couleur. Paris, Rueff et Cie, 1898; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Lannelongue, pour le concours du prix de Médecine et Chirurgie, fondation Montyon.)

Conseil général de la Seine. Rapport, au nom de la Sous-Commission chargée d'étudier « l'Assistance des aliénés », en Angleterre et en Écosse. Paris, impr. de l'Hôtel-de-Ville, 1898; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Bouchard.)

Contribution à l'étude des gîtes métallifères, par M. L. de Launay. Paris, Vicq-Dunod et Cie, 1897; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

A la conquête du Ciel! Contributions astronomiques de F.-C. de Nascius, en quinze Livres. Livre II, fasc. 2. Nantes, R. Guist'hau, 1899; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Bulletin de la Société des Amis des Sciences naturelles de Rouen. Trente-troisième année, 1er et 2e semestre 1897. Rouen, imp. Julien Lecerf, 1898; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société zoologique de France, pour l'année 1898. Tome XXIII, nos 1-11; 6 fasc. in-8°.

Annales des Ponts et Chaussées. 7e série, 9e année, 1er Cahier, janvier 1899. Paris, Vve Ch. Dunod; 1 fasc. in-8°.

Société de Géographie. Comptes rendus des séances, 1899, n° 1, janvier. Paris, 1 fasc. in-8°.

An account of the Deep-Sea Madreporaria, collected by the royal indian marine survey ship « Investigator », by A. Alcock. Calcutta, 1898; 1 fasc. in-8°.

Corrélations régulières du Système planétaire, avec l'indication des orbites des planètes inconnues jusqu'ici, par Serge Socolow. Moscou, 1899; 1 fasc. in-8°.

Indicaciones terapeuticas de la musica, por el Doctor Antonio de Gordon y de Agosta. Habana, 1899; 1 fasc. in-8°.

Programma del regio Istituto tecnico superiore di Milano. Anno 1898-99. Milano, gennaio 1899; 1 fasc. in-8°.

Astronomical observations and researches made at Dunsink, the observatory of Trinity College, Dublin. Eigth part. Dublin, 1899; 1 vol. in-4°.

Annuaire géologique et minéralogique de la Russie, rédigé par N. Krichtafovitch. Vol. III, livr. 4-6. Novo-Alexandria, 1898; 1 fasc. in-4°.

Annali della regia Scuola superiore di Agricoltura in Portici. Serie seconda, Vol. I, fasc. I. Napoli, 1899; 1 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 6 mars 1899.)

Note de M. *Fr. Dierckx,* Recherches sur les glandes défensives des Carabides *bombardiers :*

Page 622, dernière ligne avant la note, *au lieu de* tranchant *lisez* tranchent.
Page 623, ligne 2, *au lieu de anales,* cherchons..., *lisez anales.* Cherchons....
Page 624, ligne 6, *au lieu de* + 8°; la..., *lisez* + 8°; 3° la....
Même page, ligne 10, *au lieu de* s'échauffe, *lisez* s'échappe.



COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 MARS 1899,

PRÉSIDENCE DE M. VAN TIEGHEM.

M. le **Président** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Naudin*, doyen de la Section de Botanique, décédé subitement, hier 19 mars, à Antibes (Var), à l'âge de 83 ans, et s'exprime en ces termes :

« Élève et ami de Decaisne, dont il fut longtemps l'aide-naturaliste dans la chaire de Culture du Muséum d'Histoire naturelle, M. Naudin s'est fait connaître du monde savant, d'abord par d'importants travaux descriptifs, en particulier par une monographie de la grande famille des Mélastomacées, puis, et surtout, par une longue et belle série de recherches expérimentales sur l'hybridité et sur la variation, qui lui a ouvert les portes de l'Académie des Sciences en 1863. Depuis bien des années déjà, toujours retenu dans le Midi par la direction de l'Établissement botanique créé à Antibes par Gustave Thuret et généreusement légué par sa famille à l'État, M. Naudin, tout en continuant à s'intéresser à nos travaux, ne faisait plus à Paris que de très rares et très courtes apparitions. Aussi la plupart d'entre nous ne le connaissaient-ils que de nom.

» Je n'en suis pas moins assuré d'être l'interprète fidèle des sentiments de l'Académie si, pour honorer la mémoire de notre éminent Confrère et vénéré Doyen, je lève la séance en signe de deuil. »

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

STATIQUE CHIMIQUE. — *Actions de l'hydrogène sulfuré et des sulfures alcalins sur les cyanures doubles : cyanosulfures;* par M. **Berthelot.**

« Entre l'acide sulfhydrique et l'acide cyanhydrique, mis en présence d'une base alcaline dissoute, il se produit des équilibres réglés, ainsi que je l'ai établi par la formation du sulfhydrate de sulfure, MHS.

» Mais ces phénomènes sont plus compliqués avec les cyanures doubles : la précipitation des métaux, sous forme de sulfures, pouvant cesser d'avoir lieu, dans des conditions telles qu'un sel d'argent ou de zinc, par exemple, coexiste en milieu alcalin avec l'hydrogène sulfuré, ou le sulfure de sodium.

» *Sels d'argent.* — Pour constater le fait, il suffit de faire digérer à froid du sulfure d'argent récemment précipité et complètement lavé avec une dissolution de cyanure de potassium ($CyK = 65^{gr} = 1^{lit}$). Au bout de quelques minutes, on filtre et l'on obtient une liqueur claire et incolore, qui renferme une dose considérable d'argent dissous, sous forme de cyanure double, coexistant avec du sulfure de potassium et du cyanure de potassium en excès. Si l'on ajoute à la liqueur une certaine proportion d'hydrogène sulfuré dissous, elle se teinte en brun, sans donner lieu à un précipité sensible. Mais il suffit d'y verser de l'acide acétique, pour obtenir un abondant précipité noir de sulfure d'argent.

» La liqueur primitive, portée à l'ébullition, se teinte également; et si l'on y verse, à cette température, une solution d'hydrogène sulfuré, elle précipite cette fois abondamment. Il en est de même, *a fortiori,* à cette température, par une addition d'acide acétique.

» On arrive aux mêmes résultats, si l'on forme d'abord un cyanure double soluble, en versant de l'azotate d'argent dans un excès de cyanure de potassium. On ajoute dans la liqueur une petite quantité d'acide sulfhydrique. Les premières gouttes teintent la liqueur en brun, sans y

former de précipité sensible; les suivants donnent lieu à un précipité noir de sulfure d'argent. Mais si l'on filtre, on obtient une liqueur incolore, renfermant à la fois de l'argent, de l'acide cyanhydrique libre et de l'acide sulfhydrique libre, dont on peut constater la présence séparément, en analysant les gaz déplaçables par un courant d'air. Un excès notable d'hydrogène sulfuré, surajouté, donne lieu à un nouveau précipité noir. Cependant, la liqueur, filtrée ensuite de nouveau et limpide, précipite encore abondamment en noir par l'ébullition. Si l'on ajoute de l'acide acétique, il se précipite également du sulfure d'argent.

» Dans le cas où le cyanure double ne renferme à l'origine qu'un faible excès de cyanure de potassium, la réaction initiale de l'hydrogène sulfuré est sensiblement totale; la dose de sulfure d'argent précipitable ultérieurement par une addition d'acide acétique étant d'autant plus considérable que l'excès initial du cyanure de potassium a été plus grand.

» Des résultats semblables peuvent être observés, en ajoutant au cyanure double d'argent et de potassium une dissolution étendue de sulfure de sodium, au lieu d'hydrogène sulfuré : ce qui s'explique, l'hydrogène sulfuré décomposant le cyanure de potassium, avec formation de sulfure alcalin, comme je l'ai établi dans ma Note précédente. Observons d'ailleurs que la dissolution du sulfure d'argent est attribuable uniquement au cyanure de potassium, ce sulfure ne se dissolvant pas dans le sulfure de sodium en solution étendue.

» Ces divers phénomènes accusent un équilibre complexe entre les acides sulfhydrique, cyanhydrique et le cyanure argentopotassique, équilibre qui dépend de la stabilité relative de ce cyanure double et de celle de l'acide argentocyanhydrique. La présence d'un excès de cyanure alcalin accroît cette stabilité, comme le montre l'excès de chaleur dégagé sous son influence. Au contraire elle est diminuée par la présence de l'acide acétique. Elle est également diminuée par une élévation de température, qui tend à dissocier le cyanure double.

» Si nous cherchons à nous rendre compte de ces effets, d'après les valeurs thermochimiques, nous trouvons ce qui suit.

» Opposons le cyanure argentopotassique à l'hydrogène sulfuré : $2(\mathrm{AgCy}, \mathrm{KCy})$ dissous $+ \mathrm{H^2S}$ dissous; le calcul indique pour la chaleur de formation d'un tel système, depuis l'oxyde d'argent, $\mathrm{Ag^2O} + 2\mathrm{HCy}$, et la potasse, $2\mathrm{KOH} + 2\mathrm{HCy}$ dissous : $+42{,}8 + 6{,}0 + 13{,}0 = 61{,}8$; et pour la formation du système équivalent qui comprend le sulfure d'argent,

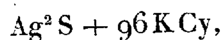
$Ag^2S + 2KCy + 2HCy$ dissous : $+55,8 + 6,0 = 61,8$; c'est-à-dire la même valeur pour les deux réactions.

» En opérant avec ces proportions exactes l'action de l'hydrogène sulfuré, j'ai observé seulement un dégagement de chaleur de $0^{Cal},2$; c'est-à-dire négligeable relativement. Dans ces conditions, il y aurait équilibre, si l'élimination du sulfure d'argent précipité ne tendait pas à déterminer le phénomène dans un sens défini. Mais cette tendance est combattue par la présence d'un excès de cyanure de potassium, donnant lieu à la formation de composés nouveaux, avec un dégagement de chaleur qui peut s'élever, d'après mes expériences, à $+5^{Cal},4$ avec le cyanure d'argent seul; et même davantage, s'il se forme des sels triples.

» En fait, en opérant avec le cyanure double pur mis en présence d'une dose insuffisante d'hydrogène sulfuré, c'est-à-dire avec le système $4(AgCy, KCy)$ dissous $+H^2S$, on réalise une condition intermédiaire; un excès de cyanure alcalin subsistant après la précipitation partielle du sulfure d'argent. Dans ces conditions, j'ai observé un dégagement de $+3^{Cal},4$; en même temps, la présence des éléments du sulfure d'argent dissous et constatables dans la liqueur (par l'action de l'acide acétique) attestait la formation d'un sel triple, renfermant à la fois les acides cyanhydrique et sulfhydrique, associés aux oxydes d'argent et de potassium.

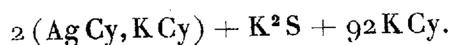
» J'ai également mesuré la chaleur dégagée lorsque l'on met le sulfure d'argent, récemment précipité et bien lavé, en présence d'un excès de cyanure de potassium étendu. Il se produit alors un dégagement de chaleur tel que la température s'élève de plusieurs centièmes de degré. J'ai déterminé ensuite et pesé la proportion exacte de sulfure d'argent, reprécipitable par une addition d'acide acétique dans la liqueur claire.

» Cette proportion a été trouvée répondre aux rapports suivants



$$Ag^2S + 96KCy,$$

ou plutôt



$$2(AgCy, KCy) + K^2S + 92KCy.$$

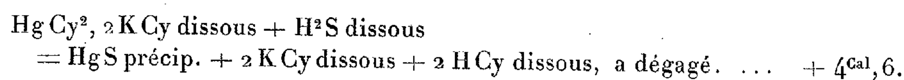
» La chaleur dégagée par la réaction est positive. Elle s'élèverait à $+13^{Cal}$ environ, pour une molécule Ag^2S entrée en dissolution; autant du moins qu'on peut l'évaluer d'après des variations thermométriques très petites, multipliées par de gros coefficients. Elle répond à la fois à la formation de l'argentocyanure, en présence d'un grand excès de cyanure de

potassium (+ 9,2 et plus), et à sa combinaison avec le sulfure alcalin. Il se forme ainsi un composé complexe, c'est-à-dire un cyanosulfure, de l'ordre des composés cristallisés qui résultent de l'association du cyanure de mercure avec les chlorures, bromures, iodures alcalins (*Ann. de Ch. et de Ph.*, 5[e] série, t. XXIX, p. 215, 223, 230). Ce résultat est d'autant plus décisif que le sulfure d'argent ne se dissout pas d'une manière bien sensible dans une dissolution étendue de sulfure de sodium.

» *Sels de mercure.* — Le sulfure de mercure, HgS, récemment précipité et bien lavé, ne se dissout pas en proportion appréciable dans une dissolution étendue de cyanure de potassium.

» On n'obtient pas non plus sa dissolution, en traitant le cyanure hydrargyropotassique par l'hydrogène sulfuré, en proportion strictement équivalente.

» La chaleur dégagée dans la réaction répond d'ailleurs à une transformation simple



$HgCy^2, 2KCy$ dissous + H^2S dissous
= HgS précip. + $2KCy$ dissous + $2HCy$ dissous, a dégagé . . . $+ 4^{Cal},6$.

» Or le calcul indique

$$(48,6 + 6,0 = 54,6) - (31,0 + 6,0 + 12,4 = 49,4) = +5,2.$$

» Ainsi l'acide sulfhydrique détruit complètement le cyanure hydrargyropotassique, précisément comme le font les acides acétique et borique.

» Il en est autrement du sulfure de sodium, employé en excès notable. Ce sulfure, même étendu et en l'absence des cyanures, redissout très facilement le sulfure de mercure récemment précipité, en fournissant une liqueur incolore. Cette solubilité du sulfure de mercure dans les sulfures alcalins a été signalée à diverses reprises par les analystes. La liqueur obtenue reprécipite du sulfure noir, par une addition convenable d'acide acétique. Cette précipitation commence, même dans une liqueur encore alcaline; elle est complète dans une liqueur acide. Une liqueur alcaline limpide, renfermant seulement la dose de sulfure de sodium nécessaire, se trouble également et laisse précipiter du sulfure de mercure noir, si on la porte à l'ébullition. Quand il y a un excès notable de sulfure de sodium, la liqueur ne précipite pas par ébullition. Ainsi, le sulfure double se dissocie en partie par l'ébullition; mais sa stabilité est accrue par un excès de sulfure alcalin.

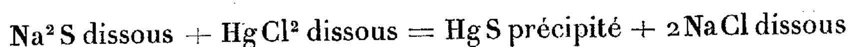
» Voici quelques données thermiques précises, relatives à cette formation d'un *sulfure double de mercure et de sodium, soluble dans l'eau :*

$6Na^2S$ dissous + $HgCl^2$ dissous = ($HgS + 4Na^2S$) dissous + $2NaCl$ dissous

a fourni un précipité, qui s'est redissous aussitôt en donnant une liqueur limpide, le tout avec dégagement de $+ 52^{Cal},4$.

» L'addition d'une nouvelle quantité de $HgCl^2$, égale à la première, a produit cette fois un précipité noir permanent, en dégageant $+ 50^{Cal},0$.

» Or, la transformation normale du système équivalent



Na^2S dissous + $HgCl^2$ dissous = HgS précipité + $2NaCl$ dissous

dégage, d'après le calcul,

$$(48,6 + 27,6 = 76,0) - (19,0 + 7,7 = 26,7) = + 49^{Cal},3.$$

» Ce chiffre répond sensiblement à la seconde phase de l'expérience précédente (sauf un léger excès $+ 0,7$); c'est-à-dire à la précipitation (probablement incomplète) de la seconde fraction du chlorure mercurique additionnel. Mais il est surpassé dans la première phase, la dissolution du sulfure de mercure dissous au sein d'un excès de sulfure alcalin, avec formation d'un sulfure double soluble, étant accompagnée d'un dégagement de chaleur notable, soit $+ 3^{Cal},1$.

» Il résulte encore de ces essais que le sulfure de mercure, HgS, ne se dissout pas complètement dans $2Na^2S$ étendu, mais qu'il le fait dans $4Na^2S$ étendu, et même dans une proportion moindre.

» *Sels de zinc.* — Les équilibres entre les acides sulfhydrique et cyanhydrique sont surtout frappants lorsqu'on opère sur le cyanure zincopotassique. Versons, en effet, dans une dissolution de ce sel double une dissolution d'acide sulfhydrique; la liqueur reste claire tout d'abord. Au bout de quelques instants, elle louchit, se trouble et il s'y forme un précipité blanc, qui ne devient complet qu'au bout d'un jour au moins. Sa formation est surtout rapide, lorsqu'on opère à molécules égales, et elle augmente beaucoup par l'ébullition.

» Les choses se passent de même, si l'on remplace une molécule d'hydrogène sulfuré, H^2S, par une molécule de sulfure de sodium, dans la réaction.

» Au contraire, la formation d'un précipité sous l'influence de l'hydrogène sulfuré, agissant sur le zincocyanure double, n'a pas lieu en pré-

sence d'un excès notable de cyanure de potassium, tel que



$$ZnCy^2,\ 2KCy \text{ dissous} + 6KCy \text{ étendu};$$

la liqueur demeure limpide, même au bout de plusieurs semaines de conservation. Elle donne immédiatement lieu à un précipité blanc, par une addition suffisante d'acide acétique. Elle produit un précipité noir de PbS, par une addition d'acétate de plomb. Elle produit également un précipité blanc par ébullition, l'élévation de température déterminant la dissociation du sel triple.

» Le sulfure de zinc, récemment précipité, se redissout d'ailleurs dans un excès de cyanure de potassium étendu. La liqueur, portée à l'ébullition, donne lieu à un précipité blanc. Mais le même sulfure se dissout mal dans une solution étendue de sulfure de sodium.

» J'ai soumis ces diverses réactions à l'expérimentation calorimétrique. Voici mes observations :

I. — Zincocyanure pur.

(1) $ZnCy^2, 2KCy$ dissous + H^2S dissous, a dégagé immédiatement. $+0^{Cal},4$

sans précipitation. Il n'y a pas eu dégagement sensible de chaleur, pendant la demi-heure qui a suivi, c'est-à-dire pendant la durée du commencement de la précipitation consécutive.

(2) $ZnCy^2$, $2KCy$ dissous + $2H^2S$ dissous, a dégagé............. $+2^{Cal},1$
(3) $ZnCy^2$, $2KCy$ dissous + Na^2S dissous, a absorbé............ $-1,3$

La liqueur reste claire d'abord; puis il s'y forme un précipité, qui va croissant; c'est-à-dire que l'on observe au début un équilibre graduellement modifié par une dissociation lente.

II. — Zincocyanure additionné d'un excès de cyanure de potassium.

» (4). Le cyanure de zinc a été obtenu sous forme de précipité, dans un calorimètre, par le mélange équivalent du sulfate de zinc et du cyanure de potassium, $SO^4Zn + 2KCy$; ce qui a dégagé, en fait, $+18^{Cal},3$; chiffre concordant avec le calcul exécuté d'après les chaleurs de neutralisation

$$(31,4 + 16,3 = 47,7) - (23,4 + 6,0 = 29,4) = 18,3.$$

» On a redissous le précipité, dans le calorimètre même et d'une façon

presque extemporanée, par l'addition de 8 K Cy (1 molécule = 1^{lit}); ce qui a dégagé $+10^{Cal},8$.

» L'excès de ce nombre sur le chiffre $8^{Cal},6$, calculé d'après les résultats observés en décomposant par les acides le zincocyanure pur, $ZnCy^2, 2KCy$ dissous, indique la formation d'un nouveau composé, plus riche en cyanure alcalin.

» La somme des deux effets, trouvés en suivant cette marche, est égale à $+29,1$.

(5) ($ZnCy^2, 2KCy + 6KCy$) dissous + H^2S dissous, a dégagé, ... $+5,0$

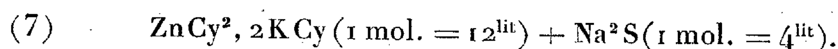
» Pas de précipité, même à la longue.

» (6). ($ZnCy^2, 2KCy + 6KCy$) dissous + Na^2S dissous. Résultat sensiblement nul ($-0^{Cal},06$). Pas de précipité, même à la longue.

» Au lieu de mélanger d'abord le zincocyanure double avec un excès de cyanure de potassium, on peut opérer le mélange dans un ordre différent, c'est-à-dire verser le sulfure de sodium dans le zincocyanure double, puis y ajouter aussitôt un excès de cyanure. Si l'addition est opérée à l'instant même, avant que la première opération ait donné lieu à un précipité, celui-ci ne prend pas naissance ultérieurement. Mais, dès qu'il a commencé à se former, sa redissolution dans un excès de cyanure s'opère d'autant plus péniblement que le précipité initial a eu plus de temps pour s'agréger. Aussi est-il difficile de séparer les effets calorimétriques des deux phases de la réaction, en raison du temps nécessaire pour que le thermomètre indique exactement l'effet de la première phase. Si l'on attend deux minutes, par exemple, la redissolution du précipité demeure incomplète; une fois déposé et agrégé, il ne se redissout plus entièrement.

» Mais si l'on a soin d'opérer dans l'espace de temps le plus bref compatible avec la mesure thermométrique, une demi-minute par exemple, le louche initial, qui commençait à se manifester, disparaît presque complètement, la liqueur redevenant transparente. J'ai pu mesurer ainsi la différence entre les effets thermiques des deux phases; la première phase donnant lieu à la même absorption de chaleur, que j'ai signalée plus haut en l'absence d'un excès de cyanure alcalin, et que la précipitation graduelle du sulfure ne modifie guère; tandis que la seconde phase, avec redissolution plus ou moins intégrale du précipité, c'est-à-dire avec formation de cyanosulfure, est accompagnée par un dégagement de chaleur. Voici les chiffres observés dans ces conditions, avec des liqueurs initiales

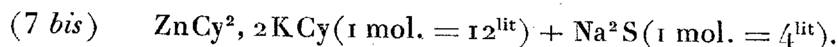
identiques, prises exactement à la même température (12°) :



(7) $ZnCy^2, 2KCy$ (1 mol. = 12^{lit}) + Na^2S (1 mol. = 4^{lit}).

	Cal
Après deux minutes, formation de précipité notable....	−1,39
On ajoute 6KCy (1 mol. = 1^{lit}); redissolution incomplète.	+0,92
	−0,47

» D'autre part :



(7 *bis*) $ZnCy^2, 2KCy$ (1 mol. = 12^{lit}) + Na^2S (1 mol. = 4^{lit}).

	Cal
Après une demi-minute, liqueur louchissant	−1,31
On ajoute aussitôt 6KCy (1 mol. = 1^{lit}), redissolution sensiblement totale..............................	+1,16
	−0,15

» Le dernier résultat concorde avec l'expérience (6), où l'on a obtenu − 0,06; celle-ci était plus exacte, attendu qu'il ne s'y est manifesté aucun précipité.

» Pour compléter cette étude, il m'a paru utile d'exécuter les mêmes réactions avec le sulfure de zinc, tout formé et récemment précipité.

» (8). ZnS a été préparé d'une façon extemporanée, dans le calorimètre même, par le mélange des solutions étendues de Na^2S versées dans SO^4Zn, en proportion équivalente. Il s'est dégagé tout d'abord $+19^{Cal},0$; un faible dégagement de chaleur se poursuivant pendant plusieurs minutes jusqu'à $+20^{Cal}$ et un peu au delà, comme il arrive souvent aux précipités. Ces nombres répondent aux données connues, soit

$$(31,4 + 19,2 = 50,6) - (23,4 + 7,7 = 31,1) = +19,5.$$

En ajoutant aussitôt, dans le même calorimètre, 10 KCy étendu (KCy = 1^{lit}), il s'est dégagé $+9^{Cal},3$: la dissolution du sulfure de zinc n'étant pas tout à fait totale; soit en tout $+29^{Cal},3$ depuis l'origine.

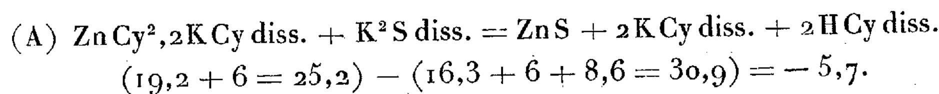
» Dans un ordre inverse, SO^4Zn dissous ayant été mélangé avec 10 KCy, il s'est dégagé $+29^{Cal},1$ [expérience (4)]; ce résultat n'ayant pas été modifié sensiblement par l'addition de Na^2S; conformément d'ailleurs à l'expérience (6).

» De même, ayant mêlé d'abord 10KCy avec Na^2S, puis ajouté SO^4Zn dissous, on a obtenu $+29^{Cal},5$.

» Tous ces résultats, obtenus depuis un même état initial et avec les mêmes composants, mais en suivant un ordre différent, de façon à pro-

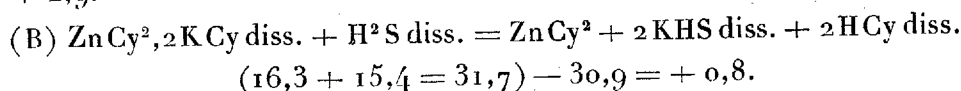
duire réellement d'une façon temporaire, tantôt le sulfure de zinc précipité, tantôt le cyanure de zinc précipité, c'est-à-dire les intermédiaires des réactions, s'accordent pour établir la formation finale des mêmes combinaisons : ce qui n'était pas évident *a priori*.

» Afin de bien montrer la nature réelle de ces combinaisons, il est nécessaire de comparer ces données expérimentales avec les quantités de chaleur mises en jeu, d'après le calcul *théorique* de diverses réactions :



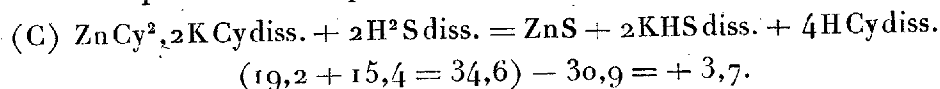
$$\text{(A)}\quad \mathrm{ZnCy^2, 2KCy\ diss. + K^2S\ diss. = ZnS + 2KCy\ diss. + 2HCy\ diss.}$$
$$(19,2 + 6 = 25,2) - (16,3 + 6 + 8,6 = 30,9) = -5,7.$$

» Cette équation ne répond à aucune des données expérimentales ; elle ne serait possible que si le zincocyanure double était dissocié en cyanures simples : ce qui ferait disparaître la valeur 8,6 et fournirait un chiffre positif + 2,9.



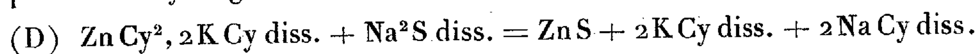
$$\text{(B)}\quad \mathrm{ZnCy^2, 2KCy\ diss. + H^2S\ diss. = ZnCy^2 + 2KHS\ diss. + 2HCy\ diss.}$$
$$(16,3 + 15,4 = 31,7) - 30,9 = +0,8.$$

» Cette équation présente le même signe que l'observation (1) ; mais elle est en désaccord avec l'origine de la réaction réelle, laquelle s'effectue au début sans précipitation. Sous ce rapport, elle pourrait répondre à l'existence de l'acide zincocyanhydrique, lentement dissociable. Même plus tard, et en supposant qu'il n'y ait pas de complication, elle ne représenterait qu'une réaction partielle.



$$\text{(C)}\quad \mathrm{ZnCy^2, 2KCy\ diss. + 2H^2S\ diss. = ZnS + 2KHS\ diss. + 4HCy\ diss.}$$
$$(19,2 + 15,4 = 34,6) - 30,9 = +3,7.$$

» Cette équation devrait répondre à l'observation (2). Cependant, elle implique la formation d'un précipité, qui ne se produit pas tout d'abord, et la chaleur calculée est presque double de celle observée. Ces écarts accusent l'existence d'une réaction secondaire, telle qu'une portion de l'acide cyanhydrique n'est pas déplacée en réalité par l'acide sulfhydrique, une portion du cyanogène demeurant à la fois unie au zinc et au potassium.



$$\text{(D)}\quad \mathrm{ZnCy^2, 2KCy\ diss. + Na^2S\ diss. = ZnS + 2KCy\ diss. + 2NaCy\ diss.}$$

» Cette réaction impliquerait une absorption de chaleur considérable

$$(19,2 + 12 = 31,2) - (30,9 + 7,7 = 38,6) = -7,4 ;$$

aussi n'a-t-elle point lieu. Les expériences (3) et (7), qui répondent aux mêmes rapports initiaux, n'ont donné lieu à aucun précipité immédiat ;

quoique le précipité ait commencé ensuite à se produire, le tout avec une absorption de $-1,3$, ce qui accuse une certaine dissociation du composé triple et soluble, qui tend d'abord à se produire.

» Dans l'expérience (6), où tout demeure dissous à la faveur d'un excès de KCy, le phénomène thermique est sensiblement nul; la réaction de cet excès comprenant la dissociation initiale, avec dégagement ultérieur de $+1,2$; dans le cas de redissolution complète.

» L'expérience (4), où le sulfure de sodium, Na^2S, est remplacé par l'hydrogène sulfuré, H^2S, s'accorde d'ailleurs avec la précédente, si l'on observe que toute la différence réside dans la substitution de H^2S à CyH dans une des molécules excédantes de KCy. En fait, d'après l'expérience directe,



KCy diss. + H^2S diss. = KHS diss. + HCy diss., dégage... $7,7 - 3,0 = +4,7$

» Or l'observation (5) a donné $+5,0$.

» Ainsi toutes ces expériences s'accordent à établir l'existence de sels doubles et triples, dérivés à la fois des deux acides cyanhydrique et sulfhydrique et des deux oxydes de zinc et de potassium, dans un cas, ou d'argent et de potassium, dans l'autre cas : sels triples de l'ordre des chlorocyanures et iodocyanures. Ces sels mettent en défaut les règles élémentaires de l'analyse. Leur existence et leurs propriétés montrent de plus la nécessité de faire intervenir, pour la discussion des équilibres chimiques, la connaissance expérimentale des combinaisons de tout ordre réellement existantes. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Quantité maximum de chlorures contenus dans l'air de la mer.* Note de M. **Armand Gautier.**

« J'ai eu l'occasion de doser le chlore dans l'air de la pleine mer; cet air était aspiré jour et nuit au phare de Rochedouvres, en plein Océan, par vents d'ouest-nord-ouest venant du large, du 22 au 25 octobre 1898; le temps était beau. L'air passait lentement par aspiration sur une longue bourre de laine de verre, préalablement lavée et séchée, et y déposait ses particules en suspension. J'ai fait ainsi circuler dans ce filtre de verre 341^{lit} d'air à 15°, sous des pressions ayant varié de 760^{mm} à 767^{mm}. Transporté au laboratoire, le filtre fut lavé avec un peu d'eau chaude, et les chlorures contenus dans la partie filtrée furent dosés au moyen d'une

liqueur décinormale d'argent. On trouva au total $0^{gr},00462$ de chlore répondant à $0^{gr},0076$ de sel marin, ce qui correspond, par le calcul, à $0^{gr},022$ de chlorure de sodium par mètre cube d'air.

» Pour la température moyenne de 15° où j'opérais, c'est là un maximum, car on remarquera qu'au phare de Rochedouvres où a été aspiré cet air, nous étions éloignés des côtes de 50 à 60 kilomètres, qu'une bonne brise soufflait depuis plusieurs jours du plein Atlantique, que la moitié de l'air, à peu près, fut recueilli la nuit, et que, quoique aspiré à 13^{m} au-dessus du niveau de la mer, il pouvait contenir encore les poussières d'eau les plus ténues.

» Cette petite quantité de sel marin, $0^{mgr},022$ par litre d'air, est donc bien un maximum. Elle suffit cependant, avec les petites proportions d'algues et spores iodées qui l'accompagnent et concourent sans doute à son activité, pour communiquer à l'air marin les qualités sapides et toniques qui le caractérisent. »

ASTRONOMIE ET PHYSIQUE DU GLOBE. — *Observations astronomiques et magnétiques faites sur la côte occidentale de Madagascar.* Note du R. P. **Colin**.

« I. *Observations astronomiques.* — Un bateau de guerre, le *Pourvoyeur*, m'a transporté dans cinq postes voisins les uns des autres, dont je devais relever les positions géographiques. M. de Masson d'Autume, officier des montres, me prêta son très précieux concours en enregistrant les *top* sur le compteur du bord.

» Avec le théodolite Brunner, j'ai déterminé la longitude de quatre stations, par deux méthodes distinctes : le transport du temps au moyen de deux chronomètres, et les distances zénithales de la Lune et d'une étoile de même déclinaison, ou bien, les distances zénithales absolues de la Lune.

» L'heure locale a été obtenue aussi exactement que possible en observant, matin et soir, une série de hauteurs correspondantes du Soleil et, la nuit, des hauteurs d'étoiles. L'on a déduit ainsi les différences de temps avec Morondava, dernière station à laquelle nous avons rapporté ces longitudes, et dont il sera question tout à l'heure.

» La longitude par les distances zénithales de la Lune et d'une étoile voisine n'a pas concordé avec la longitude chronométrique ; l'écart minimum

a été de 24″ à Tsimanandrafozana, l'écart maximum de 4′15″ à Benjavilo. J'admets donc avec réserve les résultats obtenus par cette deuxième méthode.

» Enfin, j'ai fixé la latitude des stations par des hauteurs circumméridiennes du Soleil ou d'une étoile, combinées avec les hauteurs correspondantes.

» Voici les résultats :

1. *Tomboharana*, 9 mars 1898.

» Longitude chronométrique est de Paris : $2^h 47^m 11^s 9$ ou $41° 47′ 46″$;
» Longitude par hauteurs de la Lune et de Jupiter : $2^h 47^m 9^s$ ou $41° 47′ 15″$;
» Latitude sud par Régulus et α Croix : $17° 30′ 3″$.

2. *Maintirano*, 11 *et* 12 mars 1898.

» Longitude chronométrique est de Paris : $2^h 46^m 51^s 3$ ou $41° 42′ 45″$;
» Longitude par hauteurs de la Lune et de l'Épi : $2^h 46^m 46^s 6$ ou $41° 41′ 31″$;
» Latitude sud par β Navire et le Soleil : $18° 9′ 54″$.

3. *Benjavilo*, 14 *mars* 1898.

» Longitude chronométrique est de Paris : $2^h 47^m 32^s,4$ ou $41° 53′ 0″$.
» Longitude par hauteurs absolues de la Lune : $2^h 47^m 49^s$ ou $41° 57′ 15″$.
» Latitude sud par le Soleil : $18° 59′ 57″$.

4. *Tsimanandrafozana*, 15 *mars* 1898.

» Longitude chronométrique est de Paris : $2^h 48^m 18^s$ ou $42° 4′ 30″$.
» Longitude par hauteurs absolues de la Lune : $2^h 48^m 16^s$ ou $42° 4′ 6″$.
» Latitude sud par le Soleil : $19° 47′ 30″$.

» A Morondava (*Nosy Miandroka*), où je séjournai quelque temps, j'ai déterminé la longitude ainsi que l'état absolu des chronomètres par la méthode des culminations lunaires, avec un cercle méridien portatif de Brunner. Les observations portent sur une série de dix passages de la Lune au méridien et de 120 étoiles situées sensiblement sur la même déclinaison. Le pilier se trouve dans la cour de M. Samat, commissaire du Gouvernement français, à côté du mât de pavillon des Messageries maritimes.

» La moyenne des résultats de longitude est de $2^h 47^m 44^s,3$ ou $41° 56′ 45″$ E de Paris. La latitude par les hauteurs circumméridiennes du Soleil égale : $20° 17′ 21″$ sud.

» La longitude de Morondava, remarque M. Bossert, astronome de l'Observatoire de Paris, qui a eu l'extrême obligeance de calculer toutes ces observations astronomiques, reste affectée de l'erreur des corrections lunaires de Newcomb. D'après son jugement très compétent : *les observations sont bonnes en général.*

» II. *Observations magnétiques.* — J'ai relevé la déclinaison dans chacune des stations précédentes, et, lorsque le temps de relâche me le permettait, l'inclinaison et la composante horizontale, avec les instruments magnétiques de Brunner :

Localités.	Dates.	Altitude en mètres.	Déclinaison NW.	Inclinaison.	Composante horizontale. Unités C.G.S.
			° ′ ″	° ′ ″	
Majunga (1)..........	14 février 1898...	35	10 0 48	50 36 52	0,19391
Tamboharana (2)......	9 mars 1898.....	4	11 47 41	»	0,22838
Maintirano (3)........	11 et 12 mars 1898.	3	11 19 30	53 29 42	»
Benjavilo (4).........	14 mars 1898.....	4	12 34 17	»	»
Tsimanandrafozana (5).	15 mars 1898.....	2	12 24 0	»	»
Morondava (6)........	18 mars 1898.....	3	14 4 3	56 23 30	0,23613

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de diverses Commissions.

Le dépouillement des scrutins donne les résultats suivants :

Commission chargée de juger le concours du prix Gay pour 1899. — MM. Milne-Edwards, de Lacaze-Duthiers, Filhol, Perrier, Blanchard.

Commission chargée de présenter une question de prix Gay pour l'année 1901. — MM. Van Tieghem, Bornet, Milne-Edwards, Grandidier, Bonnier.

---

(1) Argile rouge mêlée de quartz, à 60m à l'est du fort hova, à l'embranchement du chemin de l'Hôpital.

(2) Sable quartzeux ; çà et là, quelques scories de fer ; à 15m à l'ouest du mât de pavillon.

(3) Sable quartzeux ; à 100m nord du débarcadère actuel ; à 60m au sud du mât de pavillon des Messageries.

(4) Sable quartzeux ; placé sur une dune à 100m au nord du poste.

(5) Sable quartzeux ; à l'angle du chemin qui va de la plage au port.

(6) Sable mêlé de limon ; à 20m à l'ouest de l'emplacement Samat ; dans le lagon, à marée basse.

Commission chargée de présenter une question de prix Pourat pour l'annee 1901. — MM. Marey, Bouchard, d'Arsonval, Chauveau, Guyon.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** informe l'Académie que les fêtes d'inauguration du monument et de l'Institut Pasteur, à Lille, auront lieu le dimanche 9 avril 1899.

Le Comité prie l'Académie de vouloir bien se faire représenter à cette cérémonie.

M. **Ray-Lankester**, nommé Correspondant, adresse ses remercîments à l'Académie.

Le R. P. **Colin** adresse, de Madagascar, ses remercîments à l'Académie, pour le prix Valz qui lui a été décerné.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les deux premiers numéros de « l'Enseignement mathématique », Revue nouvelle, dirigée par MM. *Laisant* et *Fehr*. (Présentée par M. Poincaré.)

Cette Revue, consacrée à l'étude des questions pédagogiques, est appelée à rendre de grands services aux professeurs et aux géomètres.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Swift* (1899 *a*) *faites à l'observatoire de Toulouse, à l'équatorial Brunner de* $0^m,23$ *d'ouverture;* par M. **F. Rossard**, présentées par M. Lœwy.

Dates. 1899.	Étoiles de comparaison.	Comète. — Étoile. Æ.	Comète. — Étoile. ⓓ.	Nombre de comparaisons.
Mars 16.......	*a* 571 BD — 11°	+ 0^m.39^s,53	— 8′.20″,7	8 : 12
17.......	*b* 580 BD — 10	+ 0.44,79	— 10.18,8	18 : 20

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1899.	★	Asc. droite moyenne 1899,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1899,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Mars 16...	*a*	2.55.28,97	+0,75	−11.41.19,5	− 1,8	Weisse₁ 943 H 2
17...	*b*	2.52. 2,07	+0,74	−10.46.36,9	− 1,4	½(Weisse₁+ Santini, 229)

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1899.	Temps moyen de Toulouse.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Mars 16...	7.36. 2	2.56. 9,25	$\bar{1}$,596	−11.49.42,0	0,812
17...	7.20.48	2.52.47,60	$\bar{1}$,586	−10.56.57,1	0,814

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Swift* (1899 *a*), *faites à l'observatoire de Besançon, avec l'équatorial coudé, par M. P. Chofardet.* Note de M. **L.-J. Gruey**, présentée par M. Lœwy.

Dates. 1899.	Étoiles.	Temps sidéral de l'observation.	Comète. — Étoile. Ascension droite.	Distance polaire.	Nombre de comparaisons.
		h m s	m s	′ ″	
Mars 6.........	*a*	6.19.14	+1. 1,23	−18.25,6	12:9
11.........	*b*	6.40.37	−1. 5,94	− 1.58,2	9:6
13.........	*c*	7.12.31	»	+13. 3,5	3
13.........	*c*	7.16. 9	−4.12,20	»	6
14.........	*d*	6.38.25	+0.47,14	+ 6.29,9	9:6
14.........	*d*	7. 2.51	+0.43,43	+ 5.21,3	9:6
15.........	*e*	6.46.12	−0.47,88	+ 0.16,0	9:6
16.........	*f*	6.49.56	+0.44,72	+10. 5,6	9:6
17.........	*g*	6.51. 9	−1.49,11	− 6.58,1	9:9

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1899,0.

Étoiles.	Autorités.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
a......	Cordoba, 4082	3.37.38,32	+0,91	114.58.27,2	+ 7,3
b......	Paris, 3997	3.16. 5,86	+0,83	107.53. 9,1	+ 4,4

Étoiles.	Autorités.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
c.......	Paris, 3914	3.11. 9,24	+0,82	105.10. 5,8	+ 3,4
d.......	Paris, 3759	3. 2.32,42	+0,78	104. 8.32,0	+ 2,8
e.......	Weisse₁ 1038, II^h	3. 0.29,65	+0,77	103. 7. 4,1	+ 2,4
f.......	Weisse₁ 942, II^h	2.55.28,24	+0,76	101.51.38,1	+ 1,9
g.......	Schjellerup, 849	2.54.38,54	+0,75	101. 5. 6,1	+ 1,6

Positions apparentes de la comète Swift (1899 *a*).

Dates. 1899.	Temps moyen de Besançon.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s			
Mars 6.....	7.22. 5	3.38.40,46	$\bar{1}$,455	114°40′ 8″,9	$0,892_n$
11.....	7.23.45	3.15. 0,75	$\bar{1}$,517	107.51.15,3	$0,863_n$
13.....	7.47.42	»	»	105.23.12,7	$0,842_n$
13.....	7.51.19	3. 6.57,86	$\bar{1}$,566	»	»
14.....	7. 9.46	3. 3.20,34	$\bar{1}$,523	104.15. 4,7	$0,854_n$
14.....	7.34. 8	3. 3.16,63	$\bar{1}$,553	104.13.56,1	$0,845_n$
15.....	7.13.35	2.59.42,54	$\bar{1}$,536	103. 7.22,5	$0,848_n$
16.....	7.13.23	2.56.13,72	$\bar{1}$,544	102. 1.45,6	$0,844_n$
17.....	7.10.40	2.52.50,18	$\bar{1}$,546	100.58. 9,6	$0,841_n$

Le 16 mars, la comète a, approximativement, l'éclat d'une 7e grandeur. L'observation du 13 mars est faite un peu près de l'horizon et à travers la brume.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les lignes de courbure de certaines surfaces*. Note de M. E. **Blutel**, présentée par M. Darboux.

« Dans une Communication récente, nous avons signalé l'existence de surfaces S comprenant comme cas très particuliers les surfaces à lignes de courbure planes ou sphériques et possédant la propriété générale suivante : lorsque le point de contact d'une sphère principale de seconde courbure décrit une ligne de première courbure de la surface S, cette sphère principale coupe une sphère fixe Σ sous un angle constant.

» Soit S_1 une surface particulière rapportée à ses lignes de courbure ($u=$ const., $v=$ const.) et soient c, c', c'' les cosinus directeurs de la normale en un point M de cette surface, de coordonnées x, y, z. On a

$$(1)\qquad \xi - \mathrm{S}cx = \mathrm{V}p_1 + \mathrm{V}_1 c + \mathrm{V}_2 c' + \mathrm{V}_3 c'' + \mathrm{V}_5,$$

où V, V_1, V_2, V_3, V_5 sont des fonctions de v; on suppose l'élément linéaire

de la représentation sphérique mis sous la forme

$$ds^2 = q^2\,du^2 + p_1^2\,dv^2.$$

» On peut remarquer que, si cette représentation sphérique est supposée connue, ainsi que les fonctions V_i, la relation (1) permet d'écrire l'équation générale du plan tangent en un point quelconque de la surface S_1, sous la forme

$$\mathrm{S}cX - \xi = 0,$$

de sorte que la détermination de toutes les surfaces (S) ayant même représentation sphérique que S_1 et possédant la propriété énoncée au début revient à la recherche de la représentation sphérique et des fonctions V_i.

» Or, si l'on écrit que ξ vérifie l'équation connue

$$\frac{\partial^2 \xi}{\partial u\,\partial v} - \frac{1}{q}\frac{\partial q}{\partial v}\frac{\partial \xi}{\partial u} - \frac{1}{p}\frac{\partial p_1}{\partial u}\frac{\partial \xi}{\partial v} = 0,$$

on trouve

$$(2)\qquad \frac{1}{p_1 q}\frac{\partial q}{\partial v}\frac{\partial p_1}{\partial u} - \frac{\partial^2}{\partial u\,\partial v}\mathcal{L}p_1 = \frac{\partial}{\partial u}\left(\frac{V'_1 c + V'_2 c' + V'_3 c'' + V'_5}{V p_1}\right).$$

Soit alors

$$(3)\qquad \xi = W p_1 + W_1 c + W_2 c' + W_3 c'' + W_5 \qquad (W_i \text{ fonction de } v),$$

l'équation tangentielle des surfaces (S) ayant même représentation sphérique que S_1; on devra avoir

$$\frac{\partial}{\partial u}\left(\frac{V'_1 c + V'_2 c' + V'_3 c'' + V'_5}{V p_1}\right) = \frac{\partial}{\partial u}\left(\frac{W'_1 c + W'_2 c' + W'_3 c'' + W'_5}{W p_1}\right),$$

ou bien

$$(4)\qquad \left(\frac{V'_1}{V} - \frac{W'_1}{W}\right)c + \left(\frac{V'_2}{V} - \frac{W'_2}{W}\right)c' + \left(\frac{V'_3}{V} + \frac{W'_3}{W}\right)c'' + \frac{V'_5}{V} - \frac{W'_5}{W} = p_1 f(v).$$

Si cette relation n'est pas une identité, les équations (3) et (4) imposent aux surfaces (S) la propriété d'avoir leurs lignes de première courbure sphériques ou planes; écartant ce cas, on est conduit à prendre

$$(5)\qquad \frac{W}{V} = \frac{W'_1}{V'_1} = \frac{W'_2}{V'_2} = \frac{W'_3}{V'_3} = \frac{W'_5}{V'_5} = \varphi(v)$$

[où $\varphi(v)$ désigne une fonction arbitraire] avec $f(v) = 0$.

» On voit donc qu'il existe une infinité de surfaces (S) dépendant d'une fonction arbitraire $\varphi(v)$.

» On peut disposer de cette fonction arbitraire de sorte que les sphères Σ correspondant à une surface S_1 ainsi déterminée passent par un point fixe O. Une inversion de pôle O remplacera alors S_1 par une surface S'_1 pour laquelle les sphères Σ deviennent des plans. Or, il résulte des propositions énoncées, dans la Note déjà citée, que les surfaces S'_1 ont même représentation sphérique que les surfaces à lignes de courbure sphériques et, par suite, qu'elles appartiennent à une catégorie de surfaces déterminées par M. Darboux. Les surfaces S'_1 étant supposées connues, on déterminera les surfaces S_1 par une inversion, puis on cherchera leur représentation sphérique; enfin les équations (5) fourniront les fonctions W_i et les surfaces (S) ayant même représentation sphérique S_1 seront définies par l'équation tangentielle (3).

» Nous signalerons, en terminant, une propriété commune à toutes les surfaces (S) :

» *Les développables normales aux lignes de première courbure correspondantes sur ces surfaces sont homothétiques entre elles.* »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur quelques applications de la loi de parallélisme des réseaux et des congruences.* Note de M. **C. Guichard**, présentée par M. Darboux.

« J'ai défini les systèmes de réseaux et de congruences parallèles et indiqué les principales propriétés de ces systèmes ([1]). Je vais faire une application de ces résultats aux réseaux et congruences qu'on rencontre quand la suite de Laplace est limitée d'un côté.

» J'appelle *réseau* A_1 un réseau tel que les tangentes aux courbes d'un système conservent une direction fixe quand on se déplace sur une courbe de l'autre système. Les réseaux A_2, A_3, ... sont ceux qu'on obtient successivement en appliquant la méthode de Laplace à un réseau A_1. Les réseaux A_2 sont ceux que M. Raffy appelle *réseaux cylindrés* (*Comptes rendus*, 1899).

([1]) Voir, en particulier, les Mémoires suivants : *Sur quelques propriétés qui ne dépendent que de la représentation sphérique* (*Comptes rendus*, 1893); *Sur les systèmes orthogonaux et cycliques* (*Annales de l'École Normale*, 1897 et 1898).

» J'appelle *réseau* B_1 un réseau tracé sur une développable. Les réseaux B_2, B_3, ... sont ceux qui se déduisent successivement d'un réseau B_1 par l'application de la méthode de Laplace. Sur un réseau B_2, les courbes d'un système sont planes.

» Il est clair que, dans ces définitions, il n'intervient que la direction des éléments; donc : *Tout réseau parallèle à un réseau* A_n *ou* B_n *est aussi* A_n *ou* B_n.

» Une congruence sera A_n ou B_n si elle est parallèle à un réseau A_n ou B_n.

» Une congruence B_1 a une focale à l'infini.

» Une congruence B_2 est caractérisée par ce fait, que l'équation aux dérivées partielles à laquelle satisfont les cosinus directeurs d'une droite de la congruence a un invariant nul; donc, parmi les congruences parallèles à une congruence B_2, il y en a une infinité, dépendant d'une fonction arbitraire d'une variable, qui est une courbe focale.

» Une congruence A_1 a une focale qui est développable.

» *Si un réseau est* A_n, *l'une de ses tangentes décrit une congruence* B_n *et l'autre une congruence* B_{n+1}. De même :

» *Si une congruence est* A_n, *un de ses réseaux focaux est* B_n *et l'autre* B_{n+1}.

» *Si un réseau est* B_n, *l'une de ses tangentes décrit une congruence* A_{n-1} *et l'autre une congruence* A_n. De même :

» *Si une congruence est* B_n, *l'un de ses réseaux focaux est* A_{n-1} *et l'autre* A_n.

» En particulier, l'une des tangentes d'un réseau A_2 décrit une congruence B_2; donc : *Parmi les réseaux parallèles à un réseau* A_2 *il y en a une infinité, dépendant d'une fonction arbitraire, dont l'une des tangentes rencontre une courbe fixe.*

» Prenons, en particulier, les réseaux qui sont A_2 des deux côtés : ce sont les réseaux que M. Raffy appelle *doublement cylindrés*. Ils possèdent la propriété suivante : *Parmi les réseaux parallèles à un réseau doublement cylindré, il y en a un dont les deux tangentes rencontrent chacune une courbe fixe.*

» Cette propriété permet de construire tous ces réseaux. On peut diriger les calculs de façon à n'introduire que des quadratures dans les résultats.

» Une congruence parallèle à ces réseaux est A_2 des deux côtés, ses deux réseaux focaux sont B_2; donc : *Les réseaux focaux d'une congruence parallèle à un réseau doublement cylindré contiennent chacun un système de courbes planes.*

» Prenons le cas, étudié par M. Raffy, où le réseau doublement cylindré est formé de lignes de courbures. Tout revient, d'après ce qui précède, à trouver les surfaces dont les tangentes de courbure rencontrent chacune une courbe fixe. La congruence qui a pour focales ces deux courbes fixes sera cyclique. On est donc ramené au problème suivant : *Trouver toutes les congruences cycliques dont les focales sont des courbes*.

» On trouve facilement que l'une des focales est une courbe plane et l'autre une droite perpendiculaire au plan de la première, ce qui permettrait de résoudre la question.

» Mais on peut se placer à un autre point de vue. Si les tangentes aux lignes de courbure d'un système rencontrent une courbe fixe, les lignes de courbure de l'autre système sont des cercles géodésiques (Darboux, *Leçons*, 3e Partie, p. 121). Donc : *Les surfaces doublement cylindrées suivant leurs lignes de courbure sont celles qui admettent la même représentation sphérique des lignes de courbure que les surfaces, déterminées par M. Bonnet, qui ont pour lignes de courbure des cercles géodésiques*.

» Il résulte de ce qui précède que ces surfaces possèdent la propriété suivante : *Sur chaque nappe de la surface des centres les conjuguées des géodésiques sont des courbes planes*.

» Les propriétés générales des réseaux A_2 montrent que de chacune de ces surfaces on peut déduire une infinité de surfaces, dépendant d'une fonction arbitraire, telles que les lignes de courbure d'un seul système soient des cercles géodésiques.

» On n'a pas étudié, je crois, les surfaces qui possèdent cette dernière propriété. Je me propose d'indiquer, dans une prochaine Note, comment on résout ce problème. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques propriétés arithmétiques des fonctions analytiques*. Note de M. **Paul Staeckel**, présentée par M. E. Picard.

« L'équation $g(x, y) = 0$, $g(x, y)$, étant un polynome à coefficients rationnels, possède la propriété importante de donner, pour chaque valeur algébrique de la quantité x, seulement des valeurs algébriques de y et, *vice versa*, pour chaque valeur algébrique de y, seulement des valeurs algébriques de x. On serait bien tenté de croire que cette réciprocité constitue un caractère exclusif des fonctions algébriques y de l'argument x. Cepen-

dant il n'en est rien, c'est-à-dire qu'il existe une infinité de fonctions analytiques transcendantes douées de la même propriété.

» Attribuons, à l'exemple de M. G. Cantor, à toute fonction numérique irréductible de x

$$a_0 x^n + a_1 x^{n-1} + \ldots + a_{n-1} x + a_n,$$

comme *hauteur* le nombre entier positif

$$h = n - 1 + |a_0| + |a_1| + \ldots + |a_{n-1}| + |a_n|.$$

» Le produit de toutes les fonctions de même hauteur h est une fonction entière de x à coefficients entiers que je désignerai par $f_h(x)$; on aura $f_1(x) = x$. Formons les produits

$$g_h(x) = \prod_{\lambda=1}^{h} f_\lambda(x) \qquad (h = 1, 2, 3, \ldots),$$

dont les degrés soient δ_h et définissons les nombres entiers μ_h par les relations $\mu_1 = 0$ et

$$\mu_h = \mu_{h-1} + \delta_{h-1}.$$

» Cela posé, considérons l'équation

$$\text{(A)} \qquad y - x + \sum_{h=1}^{\infty} u_h x^{\mu_h} g_h(x) y^{\mu_h} g_h(y) = 0;$$

les quantités $u_1, u_2, \ldots$ sont des nombres rationnels tous différents de zéro que l'on peut choisir de manière que la série (A) soit toujours convergente. La quantité y est une fonction transcendante de x; en effet, x étant égalée à un nombre algébrique, le premier membre de l'équation (A) se réduit à un polynome en y, dont le degré peut dépasser tout nombre donné. De plus, y étant égalée à un nombre algébrique, on n'obtient que des valeurs algébriques de x. Donc y est une fonction analytique transcendante de x qui possède la propriété requise.

» L'équation (A) étant satisfaite par $x = 0$, $y = 0$, il existe une série de Taylor

$$\text{(B)} \qquad y = x + c_2 x^2 + c_3 x^3 + \ldots$$

qui représente un élément de la fonction analytique y définie par l'équation (A). Or, $u_1, u_2, \ldots$ sont des nombres rationnels; par conséquent, les coefficients $c_2, c_3, \ldots$ sont aussi des nombres rationnels. Qu'une série de

Taylor à coefficients rationnels puisse donner, pour toutes les valeurs algébriques de l'argument x, des valeurs algébriques de y sans provenir d'une équation algébrique $g(x,y) = 0$, c'est une circonstance déjà observée par Weierstrass (voir ma Note, *Math. Annalen,* t. XLVI), mais la série (B) a tout à la fois cette propriété et la propriété réciproque.

» Qu'il me soit permis en terminant d'appeler l'attention des géomètres sur une question du même genre, dont la résolution paraît être assez délicate : existe-t-il des fonctions analytiques *transcendantes* y de x telles que toutes les valeurs de y qui sont obtenues par des valeurs *rationnelles* de x soient également *rationnelles,* et *vice versa?* Je puis seulement démontrer que la seule fonction *algébrique* qui possède cette propriété est la fonction

$$y = \frac{\alpha x + \beta}{\gamma x + \delta},$$

α, β, γ, δ étant des nombres rationnels, abstraction faite d'un facteur commun arbitraire. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les arcs à courants alternatifs dissymétriques entre métaux et charbons.* — Note de M. A. **Blondel,** présentée par M. A. Cornu.

« M. Sahulka [1] et M. V. Lang [2] ont montré, respectivement pour le fer et pour l'aluminium, qu'un arc produit entre une électrode de métal et une électrode de charbon par une force électromotrice alternative semble être le siège d'un courant continu (dénomination d'ailleurs fort impropre), dans le sens métal-charbon. La cause de cette apparence déjà signalée par MM. Jaunn et Manœuvrier [3] a été élucidée en partie par MM. Lichberg et Kallir [4]. J'ai entrepris d'étudier plus complètement les conditions de production et la nature de cette dissymétrie à l'aide de mes oscillographes qui rendent très facile le tracé exact des courbes [5].

---

(1) *Sitzungsber. der Kaiserl. Akad. der Wissenschaften,* Vienne, t. CIII, p. 925; 1894.

(2) *Wied. Ann.,* t. LXIII, n° 13, p. 191; 1897.

(3) *Comptes rendus,* t. XCV, p. 1615; 1882.

(4) *Sitzunsgber. der K. Akad.,* Vienne; 31 mars 1898.

(5) Ce Travail a été, comme le précédent (*Comptes rendus* du 19 juillet 1897) exécuté au Laboratoire central d'Électricité avec l'habile concours de MM. Dobkévitch, Tchernosvitoff et Duris.

» Toutes les expériences ont été faites à l'aide du courant du secteur de la Rive gauche dont la tension, représentée d'une échelle plus réduite par la courbe 1, était de 112 à 115 volts efficaces. Les figures ci-jointes sont des reproductions héliographiques des tracés de l'intensité du courant I et de la tension aux bornes U, enregistrés photographiquement dans les conditions les plus typiques; le Tableau ci-dessous indique pour chacun d'eux la nature des électrodes et du circuit, ainsi que les régimes observés à l'aide d'appareils de mesure caloriques.

» Sur toutes les courbes le temps est mesuré de gauche à droite; les alternances supérieures correspondent au sens du courant métal-charbon, sauf sur les courbes 2, 4, 5, 10, 11, où c'est l'inverse qui a lieu.

Arcs à courants alternatifs entre charbon et métal.

Numéro des figures.	Nature des électrodes.		Écart des électrodes en millimètres.	Tension aux bornes en volts.	Intensité du courant en ampères.	Nature du circuit.	Type d'arc alternatif.	Caractère du son qui accompagne le phénomène.
	Charbon.	Métal.						
2.....	Homog.	Cuivre.	2,0	29	16	Mort.	Court.	Légèrement criard.
3.....	Homog.	Cuivre.	1,4	27	14	Inductif.	Court.	Criard.
4.....	A âme.	Cuivre.	0,5	21	11	Mixte.	Court.	Silencieux.
5.....	A âme.	Cuivre.	3,7	68	12	Inductif.	Court.	Criard.
6.....	A âme.	Cuivre.	0,6	19	7	Inductif.	Court.	Silencieux.
7.....	A âme.	Cuivre.	4,7	85	9,5	Mixte.	Long.	Criard.
8.....	Homog.	Cuivre.	1,0	40	22	Inductif.	Long.	Criard-période de trouble.
9.....	A âme.	Cuivre.	0,9	25	12	Inductif.	Long.	Criard.
10.....	A âme.	Aluminium.	0,8	17	13	Inductif.	Court.	Légèrement bruyant.
11.....	A âme.	Aluminium.	0,8	32	21	Inductif.	Long.	Criard.
12.....	A âme.	Fer.	1,0	30	35	Inductif.	Court.	Criard.
13.....	A âme.	Fer.	3,5	83	28	Mixte.	Long.	Criard.
14.....	A âme.	Fer.	2,9	65	31	Inductif.	Long.	Criard.
15.....	A âme.	Fer.	»	»	»	Mort.	Long.	Criard.

» Ces tracés et les observations accessoires faites au cours des mesures ont conduit aux conclusions suivantes :

» Tous les métaux employés comme électrode en présence d'une autre électrode en charbon donnent lieu aux mêmes phénomènes et ne présentent de différences qu'au point de vue quantitatif. Les effets que l'on va décrire se produisent aussi bien, que l'électrode en charbon soit homogène ou munie d'une âme contenant des silicates; mais la présence de cette dernière facilite l'observation en donnant des régimes plus stables et plus persistants, surtout dans le cas des longs arcs. C'est pourquoi les charbons à mèche ont été employés de préférence suivant l'exemple de MM. Eichberg et Kallir; ces crayons, d'après une remarque faite précédemment sur les arcs entre char-

bons, doivent donner dans les courbes de tension des becs moins prononcés pour l'arc charbon-métal que les charbons homogènes.

» De même, le cuivre étant le métal qui se prête le mieux à l'obtention de phénomènes variés, a été employé de préférence et constitue le sujet des plus nombreuses figures dans cette Note.

» Toute électrode de métal, associée à une électrode de charbon, sur un circuit à courants alternatifs, donne lieu à deux types d'arcs différents, qu'on peut appeler *l'arc court* et *l'arc long*.

» 1° *L'arc court* est celui qu'on réalise sous de faibles écarts des électrodes, il peut être entretenu avec une stabilité d'autant plus satisfaisante que l'écart entre électrodes est plus court; il ne faut pas, en général, dépasser 1^{mm} avec un charbon à mèche; les tensions efficaces correspondantes sont inférieures à 25 volts pour le cuivre et l'aluminium (*fig.* 5 et 10) et peuvent atteindre jusqu'à 30 volts pour le fer (*fig.* 12).

» L'intensité du courant peut être abaissée au-dessous de 10 ampères pour le cuivre (*fig.* 6 et 7), tandis que, pour le fer, on ne peut marcher facilement avec moins de 30 ampères (*fig.* 12).

» Les courbes périodiques sont analogues à celles des arcs entre charbons, avec cependant une dissymétrie plus ou moins accusée entre les alternances successives. Cette dissymétrie, faible sur circuit inductif avec le cuivre et l'aluminium (*fig.* 3, 4, 6, 10) est plus prononcée dans les mêmes conditions pour le zinc et le fer (*fig.* 12).

» La *nature du circuit* modifie la forme des courbes exactement comme pour les arcs entre charbons. Les *fig.* 2 et 3 montrent, par exemple, la différence entre les deux cas typiques d'un arc sur circuit non inductif et sur circuit inductif.

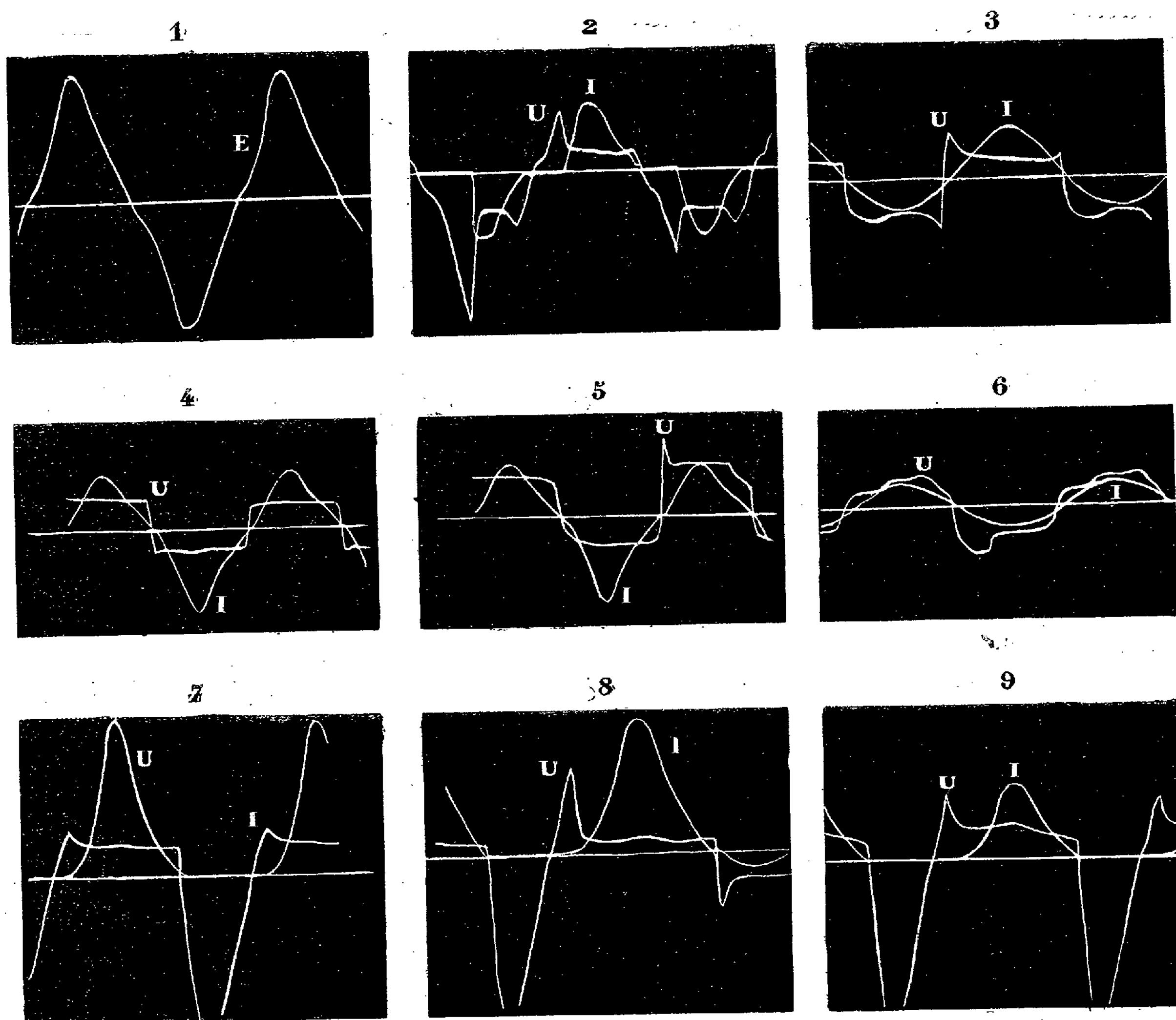
» 2° L'*arc long* se produit plus ou moins nettement dès qu'on augmente l'écart. Il est caractérisé par un son vibratoire criard. Il est assez difficile à maintenir d'une façon stable, car il y a une sorte de flottement de régime entre l'arc long et l'arc court. Avec le cuivre, il faut un courant d'intensité efficace de 14 à 15 ampères; mais les arcs tendent à revenir à l'arc court ou à s'éteindre; il faut saisir l'arc long au vol, pour ainsi dire. Avec l'aluminium, c'est pire encore parce que l'électrode s'oxyde, se recouvre très vite d'une couche d'alumine qui amène promptement l'extinction; il faut ensuite nettoyer le métal avant de pouvoir rallumer l'arc. Avec le fer, on peut, au contraire, maintenir longtemps le régime de l'arc long, à la condition de disposer d'un voltage assez élevé (par exemple aux environs de 80 volts) et de faire passer un courant d'au moins 25 à 30 ampères. Le zinc se prête mal aux essais parce qu'il entre trop facilement en fusion.

» Tous ces arcs ne se produisent bien qu'avec des électrodes d'au moins 3^{mm} à 4^{mm} de diamètre qu'on doit laisser d'abord se porter à l'incandescence par un contact prolongé avec l'électrode en charbon; il se forme alors à la pointe une gouttelette fondue d'où part l'arc dans le sens métal-charbon. Cette précaution est surtout nécessaire pour le fer.

» Ce qui caractérise l'arc long, c'est la suppression d'une alternance sur deux, l'arc ne s'allumant plus dans le sens charbon-métal. Il en résulte pour les courbes périodiques des formes caractéristiques très curieuses (*fig.* 7, 8, 9, 11, 13, 14) qui diffèrent peu d'un métal à l'autre.

» Dans le cas d'un circuit non inductif, le courant s'établit dans le sens métal-char-

bon à partir du bec d'allumage de la tension; il s'annule quand celle-ci s'abaisse au-dessous de sa valeur normale. Le passage du courant reste ensuite interrompu pendant une demi-période (*fig.* 15). Pendant celle-ci, il peut subsister un léger courant dû sans doute à une conduction par les gaz chauds; mais, dans bien des cas, ce léger cou-

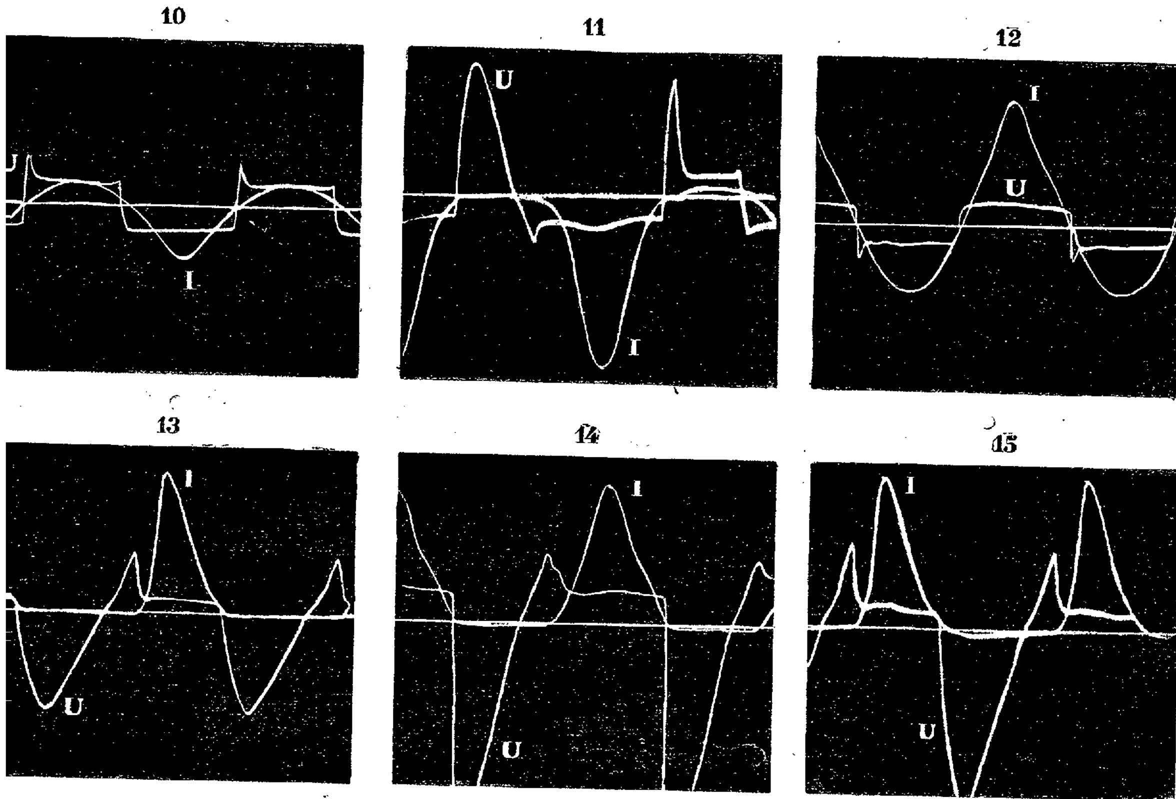


rant disparaît rigoureusement. Au moment de l'extinction, la courbe de la tension aux bornes rattrape la courbe de la force électromotrice du réseau qui a déjà changé de signe et la suit ensuite, jusqu'au moment où le rallumage se produit dans le même sens que précédemment.

» Si l'on alimente l'arc long en circuit inductif (*fig.* 8, 9, 11, 13, 14), l'apparence des courbes reste la même, avec cette seule différence que la durée d'extinction est

augmentée d'autant plus que le circuit est plus inductif; par exemple, l'alternance charbon-métal (comprise entre deux zéros de la tension) se réduit sur les *fig.* 8 et 11 à 0,27 de la période.

» L'accroissement de l'alternance métal-charbon aux dépens de l'autre peut



s'expliquer aisément par le retard qu'imprime la self-induction au courant dès qu'il s'est établi et qu'elle ne saurait produire dans le cas où le courant est nul.

» Il résulte de cette influence de la self-induction un autre effet intéressant et imprévu, que l'on constate sur les arcs instables.

» Au moment où se fait le changement du régime d'arc court, peu bruyant, au régime d'arc long, accompagné d'un son criard, et bien que l'une des alternances soit supprimée, on voit l'ampèremètre calorique accuser un brusque accroissement de l'intensité moyenne efficace ($\sqrt{i^2 \text{ moy.}}$) du courant, qui pour le cuivre passe par exemple de 9 ampères à 20 ampères.

» Cette augmentation, qui n'a pas lieu sur circuit non inductif, provient tout simplement de ce que la prolongation des alternances métal-charbon permet au courant de continuer à croître plus longtemps, de sorte que l'aire de la courbe des carrés des intensités pendant cette alternance est plus grande que la somme des aires correspondant aux alternances de l'arc court. »

ÉLECTRICITÉ. — *De l'augmentation de l'intensité moyenne du courant par l'introduction du primaire de la bobine, dans le cas de l'interrupteur électrolytique de Wenhelt.* Note de M. **H. Pellat**, présentée par M. Lippmann.

« J'ai l'honneur de signaler à l'Académie un fait très curieux qui nous a frappés, mon préparateur M. Rothé et moi, en étudiant l'interrupteur électrolytique de Wenhelt.

» Nous avions placé, dans le circuit primaire de la bobine (donnant normalement 25^{cm} d'étincelle), l'interrupteur électrolytique et un ampèremètre Carpentier. Or, nous avons constaté que l'intensité moyenne du courant est plus forte, et parfois considérablement plus forte, dans le cas où le circuit contient le primaire de la bobine, que dans le cas où le circuit est fermé sans que ce primaire en fasse partie.

» L'expérience était très frappante, faite de la façon suivante :

» La force électromotrice étant fournie par une batterie d'accumulateurs de 70 volts environ et le primaire étant dans le circuit, l'ampèremètre marquait 20 ampères; en mettant en court-circuit la bobine, par un gros fil de cuivre qui réunissait les fils aboutissant aux bornes du primaire, le courant tombait à 15 ampères, pour reprendre la valeur de 20 ampères dès qu'on rompait le court-circuit et que les étincelles jaillissaient de nouveau entre les extrémités du secondaire.

» Mais l'expérience était encore bien plus remarquable en employant une force électromotrice continue de 110 volts (secteur de la Sorbonne).

» Dans ces conditions, et avec de l'eau faiblement acidulée (environ $\frac{1}{40}$), dans l'auge électrolytique, quand le primaire ne faisait pas partie du circuit, l'intensité moyenne du courant était de 4 à 5 ampères seulement; elle passait au delà de 25 ampères (l'ampèremètre n'était gradué que jusqu'à 25 ampères), quand le primaire de la bobine faisait partie du circuit et qu'une véritable flamme réunissait les deux extrémités du secondaire. En outre, tandis que le fil de platine de l'interrupteur rougissait à peine dans le premier cas, il rougissait violemment sur toute sa longueur dans le second.

» Ainsi, *en introduisant une impédance dans le circuit, on augmentait considérablement l'intensité moyenne du courant.*

» Ce fait, paradoxal au premier abord, n'est pourtant pas en contradiction avec les lois connues de l'induction.

» Admettons, par approximation, que le coefficient de self-induction L

du primaire de la bobine soit constant; désignons par E la force électromotrice constante placée dans le circuit primaire, par R la résistance variable et par i l'intensité du courant au temps t; les lois de l'induction donnent

$$(1)\qquad L\frac{di}{dt} + Ri = E \qquad \text{ou} \qquad i\,dt = \frac{E}{R}dt - \frac{L}{R}di.$$

» En désignant par T la durée d'une période, l'intégration donne, pour la valeur moyenne $\frac{1}{T}\int_0^T i\,dt$ de l'intensité du courant,

$$(2)\qquad \frac{1}{T}\int_0^T i\,dt = \frac{E}{T}\int_0^T \frac{dt}{R} - \frac{L}{T}\int_0^T \frac{di}{R}.$$

» Or, par suite des fermetures et ouvertures du primaire la résistance R a une valeur faible et sensiblement constante r pendant un temps θ et une valeur infinie pendant un temps $T - \theta$; de façon que, au moins approximativement, le premier terme du second membre est égal à $\frac{E\theta}{rT}$. Quant au second terme, il est négatif pendant la fermeture du courant, positif pendant l'ouverture, nul pendant le reste de la période. On peut le transformer ainsi

$$(3)\qquad \begin{cases} -\frac{L}{T}\int_0^T \frac{di}{R} = \frac{L}{T}\left[\int_\infty^r \left(-\frac{di}{R\,dR}\right)_1 dR + \int_r^\infty \left(-\frac{di}{R\,dR}\right)_2 dR\right] \\ \qquad = \frac{L}{T}\int_r^\infty \left[\left(-\frac{di}{R\,dR}\right)_2 - \left(-\frac{di}{R\,dR}\right)_1\right] dR, \end{cases}$$

de façon que la relation (2) devient

$$(4)\qquad \frac{1}{T}\int_0^T i\,dt = \frac{E\theta}{rT} + \frac{L}{T}\int_r^\infty \left[\left(-\frac{di}{R\,dR}\right)_2 - \left(-\frac{di}{R\,dR}\right)_1\right] dR.$$

» Or, $-\frac{di}{R\,dR}$ est positif; mais il peut n'avoir pas la même valeur moyenne lors de la fermeture $\left(-\frac{di}{R\,dR}\right)_1$ que lors de l'ouverture $\left(-\frac{di}{R\,dR}\right)_2$.

» On sait que $\frac{di}{dt}$ est considérablement plus grand à l'ouverture qu'à la fermeture; l'expérience précédente s'explique si l'on admet qu'il en est de même pour $-\frac{di}{R\,dR}$; car alors le second terme du second membre de la

relation (4) est positif et s'annule avec le coefficient de self-induction L.

» Il est très possible aussi que l'introduction du primaire fasse varier θ et T et que le premier terme du second membre soit ainsi modifié. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un isomère de l'acide menthoxylique* (¹). Note de M. **Georges Leser**, présentée par M. Friedel.

« Si l'on dissout à froid l'acétylméthylhepténone dans six fois son poids d'acide sulfurique à 80 pour 100, on constate que le mélange ne s'échauffe pas sensiblement et reste homogène. Au bout de deux heures de contact, on étend d'eau, on neutralise et l'on extrait à l'éther. Après évaporation du dissolvant, on recueille environ 85 pour 100 du poids du produit primitif de 125° à 135° sous 20^{mm}. Des rectifications répétées ne permettent pas d'isoler un produit de composition définie et les analyses conduisent à admettre un mélange de $C^{10}H^{16}O^2$ et $C^{10}H^{14}O$. Le liquide obtenu présente la réaction au perchlorure de fer, caractéristique des β-dicétones, mais malgré agitation avec la potasse étendue, on n'arrive pas à le débarrasser de ces composés.

» Dans le but de détruire l'acétylméthylhepténone non transformée, à laquelle j'attribuais à tort cette réaction persistante avec le perchlorure, j'ai fait bouillir la portion 125°-135° sous 20^{mm} avec de la potasse méthylalcoolique. Au bout d'une heure, j'ai entraîné à la vapeur d'eau : il a passé une huile sur la nature de laquelle je ne puis encore me prononcer, mais une grande partie du produit est restée combinée à l'alcali. La liqueur potassique acidifiée a cédé à l'éther un acide très énergique bouillant à 190°-191° sous 20^{mm}, répondant à la composition $C^{10}H^{18}O^3$.

» Le sel d'argent, obtenu par précipitation du sel de baryum au moyen du nitrate d'argent, est soluble dans l'eau bouillante, cristallise par refroidissement, est stable à la lumière et a pour composition $C^{10}H^{17}O^3Ag$. Le sel de baryte lui-même est déliquescent et se prend en masse pâteuse par évaporation à sec de sa solution. L'éther éthylique, obtenu quantitativement en faisant passer un courant d'acide chlorhydrique sec dans la solution alcoolique de l'acide, bout à 149° sous 20^{mm} et possède une odeur forte de fruits.

» Pensant avoir entre les mains un acide cétonique, j'ai fait réagir

---

(¹) Faculté des Sciences de Lyon, laboratoire de M. Barbier.

1 molécule d'acide sur 1 molécule $\frac{1}{2}$ de chlorhydrate d'hydroxylamine en solution dans le bicarbonate de soude (2 molécules $\frac{1}{2}$) : le mélange aqueux a été abandonné une nuit à froid, puis acidifié par l'acide sulfurique dilué qui a déplacé une huile épaisse. Cette huile, décantée, a été recouverte de ligroïne et s'est prise en une masse cristalline. Après essorage sur plâtre, cristallisation dans l'eau bouillante, puis dans l'alcool aqueux, j'ai obtenu de petits prismes brillants fusibles à 98°, très solubles dans l'alcool et dans l'éther, solubles dans l'eau chaude.

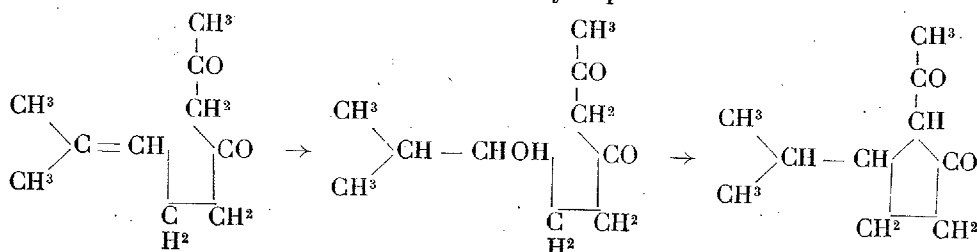
» L'analyse a donné les résultats suivants :

	Calculé pour $C^{10}H^{19}AzO^{3}$.	Trouvé.
C pour 100.............	59,7	59,53
H »	9,45	9,65
Az »	6,97	6,83

» L'acide cétonique obtenu plus haut est donc isomérique avec l'acide menthoxylique de M. Arth et l'acide isopropylheptanonoïque que M. Ad. von Baeyer a obtenu au cours de ses mémorables recherches dans la série des terpènes, au départ de la tétrahydrocarvone. Les points de fusion des trois acides oxymidés isomériques sont :

Diméthyl-2-6-oxymido-3-octanoïque...	F. 103° (menthone) (1)
Isopropyl-5-oxymido-2-octanoïque.....	F. 75°-78° (tétrahydrocarvone) (2)
Acide oxymidé nouveau..............	F. 98° (acétylméthylhepténone)

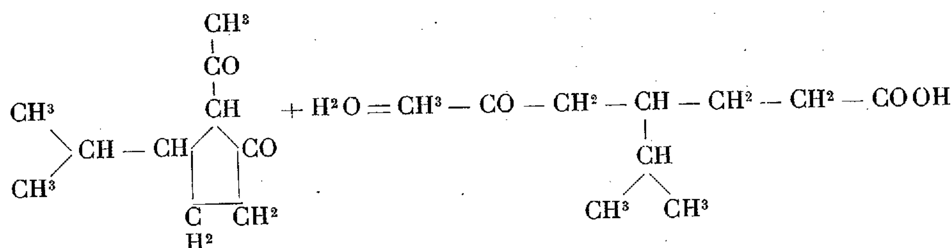
» Voici comment je crois pouvoir expliquer la constitution de l'acide cétonique que je viens de décrire, sauf à le démontrer ultérieurement : sous l'action de l'acide sulfurique, l'acétylméthylhepténone donne par addition et départ d'eau une β-dicétone cyclique :



(1) Baeyer et Manasse ont d'abord donné 98°,5 (*Berichte*, t. XXVII, p. 1914), puis Beckmann et Merhlander 96°,5 (*Liebig's Annalen*, t. CCLXXXIX, p. 368); enfin Baeyer et Œhler donnent, après cristallisation dans l'alcool, 103° (*Berichte*, t. XXIX, p. 27).

(2) Baeyer et Œhler, *Berichte*, t. XXIX, p. 31.

» Mais M. von Baeyer (¹) a montré qu'un corps de cette nature s'ouvre facilement par l'action de la potasse aqueuse et régénère l'acide cétonique par hydratation :



» L'acide que j'ai décrit serait donc isopropyl-4-heptanone-6-oïque, extrêmement voisin, par conséquent, de celui qui dérive de la tétrahydrocarvone qui est isopropylé-5.

» Je me propose d'appliquer à son éther éthylique la réaction de Dieckmann (²) pour revenir à la β-dicétone cyclique et d'étudier également les produits d'oxydation de l'acide lui-même. Cette oxydation, si la constitution proposée est exacte, devra me donner surtout de l'acide isopropyladipique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le caractère électronégatif de certains radicaux organiques non saturés* (³). Note de M. **Ernest Charon**, présentée par M. Friedel.

« M. Heinrich a récemment signalé ce fait remarquable, que l'éther glutaconique



$$C^6H^5O.CO - CH = CH - \underset{*}{C}H^2 - COOC^2H^5$$

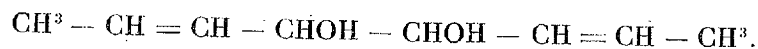
se comporte comme l'éther acétylacétique et les β-dicétones (⁴). Le carbone marqué d'un astérisque possède deux hydrogènes remplaçables par un résidu alcoyle au moyen de l'éthylate de sodium et d'un iodure.

» Le radical R — CH = CH a donc un caractère électronégatif bien caractérisé.

(¹) *Berichte*, t. XXIX, p. 28.
(²) *Berichte*, t. XXVII, p. 102.
(³) Travail fait au laboratoire de M. Friedel, à la Sorbonne.
(⁴) Heinrich, *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, t. XXXI, p. 2103.

» J'ai observé et publié sous forme de Thèse [1] un certain nombre de faits qui confirment cette manière de voir. Ces faits peuvent se classer en deux séries bien distinctes.

» 1° L'aldéhyde crotonique $CH^3 - CH = CH - CHO$ hydrogénée par le couple zinc-cuivre donne, avec 60 pour 100 de rendement, la pinacone correspondante



$$CH^3 - CH = CH - CHOH - CHOH - CH = CH - CH^3.$$

» 2° Les dérivés halogénés de l'alcool crotonylique se forment dans des conditions et présentent des caractères qui les différencient complètement des composés saturés correspondants.

» *Formation des pinacones.* — Je crois que l'on peut poser en principe que dans la préparation des pinacones les rendements obtenus sont en raison directe du caractère électronégatif de la molécule.

» Par réduction, les aldéhydes acycliques saturées ne donnent pas de pinacones; les cétones saturées en donnent avec des rendements ne dépassant jamais 10 pour 100.

» Les aldéhydes aromatiques donnent toujours du glycol bisecondaire, en même temps que l'alcool, car l'introduction du radical phényle accentue le caractère électronégatif de la molécule; enfin, les cétones aromatiques donnent surtout des pinacones. Les rendements atteignent de 50 pour 100 à 60 pour 100.

» Les faits observés dans le cas des aldéhydes acycliques non saturées sont tout à fait analogues.

» L'introduction du radical $R - CH = CH -$ conduit à un composé fournissant des rendements très élevés en pinacone.

» La molécule non saturée est donc bien différente de la molécule saturée et présente un caractère électronégatif très accentué.

» Il est curieux de constater que le radical vinylique $CH^2 = CH - R$ est moins électronégatif que le radical propénylique $CH^3 - CH = CH - R$.

» Le rendement en pinacone avec l'acroléine est, en effet, beaucoup moindre qu'avec l'aldéhyde crotonique. Il ne dépasse pas 20 pour 100.

» *Caractères particuliers des chlorure, bromure et iodure de crotonyle.* — Ces composés se forment avec des rendements presque théoriques par éthéri-

(1) Charon, *Thèse*. Gauthier-Villars; 1898.

fication directe à froid de l'alcool crotonique par les hydracides. La réaction est presque immédiate; elle rappelle la précipitation d'un sel.

» Cette réaction appliquée à l'alcool allylique marche beaucoup plus lentement et les rendements sont plus faibles.

» Les dérivés obtenus réagissent à froid en donnant des produits de substitution. On peut ainsi préparer les éthers oxydes, le sulfure, le sulfocyanate, les éthers acides de crotonyle.

» La réaction est beaucoup plus facile et bien plus énergique que dans le cas des composés saturés correspondants. Elle est toujours plus nette avec les dérivés crotonyliques qu'avec les dérivés allyliques.

» Gladstone et Tribe ont montré que les iodures alcooliques saturés traités par le couple zinc-cuivre en présence d'eau donnent exclusivement les carbures saturés renfermant le même nombre d'atomes de carbone.

» L'iodure d'allyle fournit à côté du propylène une petite quantité de diallyle (10 à 15 pour 100 du rendement théorique).

» Avec les dérivés crotonyliques, la réaction marche bien même avec les chlorure et bromure et l'on obtient avec l'iodure environ 50 pour 100 de rendement en carbure $CH^3 - CH = CH - CH^2 - CH^2CH = CH - CH^3$.

» Ces faits semblent devoir être rapprochés de la formation des pinacones et être également la conséquence du caractère électronégatif de la molécule.

» Il y a mieux, l'iodure de crotonyle $CH^3 - CH = CH - CH^2I$ se décompose spontanément à la lumière; la réaction est complète au bout de quelque temps et l'on obtient à côté d'une résine non définie un très bon rendement en dérivé diiodé du carbure en C^8 diéthylénique signalé plus haut.

» Le fait précédent pourrait s'expliquer par la dissociation bien connue de RI en $R - R$ et I^2 non limitée par la réaction inverse dans le cas actuel, I^2 pouvant, en effet, se combiner peu à peu au carbure non saturé formé.

» Cette explication n'est cependant pas suffisante car l'iodure d'allyle ne donne pas lieu à un phénomène assez net, et c'est le contraire qui devrait se produire.

» L'iodure de crotonyle pur est entièrement transformé à la lumière en quelques semaines; de l'iodure d'allyle abandonné depuis dix ans dans les mêmes conditions ne renfermait qu'environ $\frac{1}{20}$ de son poids de résine et une très petite quantité de tétraiodure de diallyle.

» En distillant environ 250gr de cet iodure d'allyle, j'ai obtenu au début de la distillation quelques centigrammes de diallyle que j'ai caractérisé par un de ses tétrabromures.

» La différence entre les dérivés allyliques et crotonyliques reste donc toujours du même ordre.

» Pour conclure, je crois que l'on peut considérer les éthers chlorhydrique, bromhydrique et iodhydrique de l'alcool crotonique comme intermédiaires entre les chlorures, bromures et iodures alcooliques saturés et les dérivés des acides correspondants.

» Si ces composés présentent les réactions des dérivés alcooliques, leur instabilité et la facilité avec laquelle ils réagissent rappellent bien les dérivés halogénés des acides, avec cette différence fondamentale qu'ils ne sont pas décomposés spontanément par l'eau.

» Ces faits se rattachent au caractère électronégatif de la molécule et il faut remarquer que ce caractère est beaucoup plus accentué pour le groupement propénylique $CH^3 - CH = CH -$ que pour le groupement vinylique $CH^2 = CH -$. »

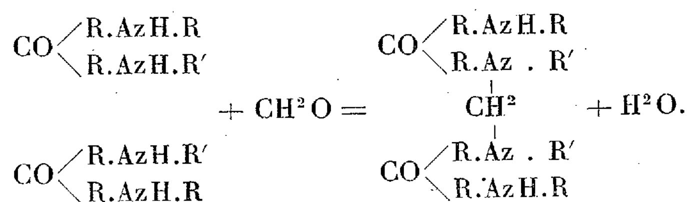
CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Action de la formaldéhyde sur les matières albuminoïdes. Transformation des peptones et albumoses en produits de régression albuminoïdes.* Note de M. **Charles Lepierre**, présentée par M. Armand Gautier.

« M. Trillat a signalé, il y a quelques années, la remarquable propriété qu'a la formaldéhyde de coaguler l'albumine et la gélatine (¹). Dans une Note récente (²), il exprime l'opinion que la formaldéhyde insolubilise les matières albuminoïdes non coagulables par la chaleur. J'ai eu l'idée d'étudier l'action du même réactif sur les produits d'hydratation des albuminoïdes sous l'influence des sucs digestifs, produits incoagulables, on le sait, par la chaleur. Les résultats auxquels je suis arrivé font l'objet de cette Note.

» L'action du méthanal sur les matières albuminoïdes, comme sur la plupart des composés organiques azotés, est en somme un phénomène de condensation et de déshydratation, avec fixation de groupes CH^2. Dans

(¹) *Comptes rendus,* 30 mai 1892. *La formaldéhyde,* Paris; 1896.
(²) *Bulletin de la Société chimique de Paris,* 20 décembre 1898, p. 1017.

le cas des matières albuminoïdes qui, d'après Schützenberger, renferment des groupes imidés, cette action peut se formuler ainsi :



» Il y a donc déshydratation et condensation, celle-ci entraînant l'augmentation du poids moléculaire. Remarquons de suite, avec M. Trillat, que l'introduction d'un ou plusieurs groupes méthyléniques (PM = 14) dans des molécules aussi lourdes que celles des albuminoïdes (6000 environ pour les albumines, 3000 pour les syntonines, 1000 à 1500 pour les albumoses, 400 pour les peptones) est pondéralement inappréciable.

» Les produits résultant de l'action des sucs digestifs sur les albuminoïdes peuvent se diviser en trois grandes classes : acidalbumines, albumoses et vraies peptones. Les premières étant insolubles dans l'eau, les dernières seules nous intéressent pour le moment. Les *albumoses* peuvent se diviser en trois groupes dont les propriétés sont assez tranchées pour que leur recherche qualitative et quantitative soit possible : ce sont les *hétéroalbumoses*, les *protoalbumoses* et les *deutéroalbumoses*.

» De plus, on sait que le poids moléculaire de cette série de corps va en diminuant de l'albuminoïde primitif aux albumoses et aux peptones.

» J'ai étudié l'action de l'aldéhyde formique sur les hétéro-, proto- et deutéroalbumoses, ainsi que sur les peptones pures, préparées par moi par digestion de l'albumine d'œuf, de la fibrine, du muscle, de la gélatine, en séparant les divers composants par les procédés connus. J'ai également opéré avec les mélanges qui constituent les peptones commerciales, préalablement analysées au point de vue de leur teneur en hétéro-, proto-, deutéroalbumoses et vraies peptones. Je résume ici mes observations.

» A froid, la réaction du méthanal sur les produits en question est nulle ou très lente; au contraire, elle est intense à la température du bain-marie bouillant (2 parties de substance dissoute dans 5 parties d'eau et additionnée de 2 à 3 parties de formal du commerce). Tantôt on observe une insolubilisation de la substance primitive; mais le plus souvent (avec les peptones commerciales) aucun phénomène apparent ne révèle une modification du produit qui conserve sa solubilité première. Cependant

un examen plus approfondi ne tarde pas à démontrer de la manière la plus positive que ces produits subissent, sous l'influence de la formaldéhyde, des modifications profondes dans leurs réactions et, par suite, dans leur leur constitution chimique. Les résultats sont les suivants :

» 1° Les *protoalbumoses* sont insolubilisées par CH^2O à chaud. Le précipité obtenu est insoluble dans l'eau chaude, dans NaCl à 10 pour 100 (exclusion des hétéro albumoses) et dans Na^2CO^3.

» 2° Les *deutéroalbumoses* ne sont pas des corps homogènes, mais un ensemble de corps formés de termes homologues. Les premiers termes, de poids moléculaire plus élevé, et par suite plus voisins des protoalbumoses, sont *insolubilisés* par CH^2O; les derniers termes, plus voisins des vraies peptones, sont simplement transformés en protoalbumoses, qu'une action plus prolongée du réactif transforme à leur tour en dérivés insolubles. L'action dépend donc de la composition des deutéroalbumoses et du temps d'action du réactif. La tendance de la réaction est la transformation des deutéro- en corps de la famille des protoalbumoses puis insolubilisation de ces dernières.

» 3° Les *vraies peptones*, par un mécanisme semblable au précédent, sont d'abord transformées en corps de la classe des deutéro-, puis celles-ci en protoalbumoses.

» Les précipités et corps intermédiaires ci-dessus, obtenus par CH^2O en partant des proto-, deutéroalbumoses, etc. d'albumine, de viande, de gélatine, etc., sont insolubles dans l'eau froide et dans l'eau bouillante; mais chauffés une ou deux heures à 110°, à l'autoclave, ils s'hydratent et se dissolvent complètement : *la solution présente les caractères du groupe auquel appartient l'albuminoïde qui avait été soumis à l'action du formal.* Les albumoses et les peptones (très semblables aux primitives à quelques CH^2 près) sont donc régénérées [1]. Les produits précipités ou transformés *conservent tous les caractères des substances protéiques :* c'est ainsi que les réactions de Millon, du biuret, xanthoprotéique, etc., sont on ne peut plus nettes. Enfin j'ai vérifié, contrairement à ce que pensait M. Trillat, que les albuminoïdes (albumoses et peptones) sur lesquels j'ai opéré, après coagulation par l'aldéhyde formique, *ne sont pas rebelles à toute assimilation,* car ils sont susceptibles de digestion pepsique normale, quoique plus lente que les mêmes albuminoïdes non soumis à l'action de l'aldéhyde.

» En résumé, on voit, par ce qui précède, que : 1° le formal condense

---

[1] Je pense même avoir retrouvé des traces de formaldéhyde régénérée.

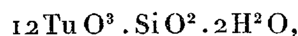
et déshydrate les albuminoïdes solubles; 2° que les corps ainsi obtenus sont toujours *protéiques* et qu'ils ont un poids moléculaire plus élevé; 3° qu'ils tendent vers l'insolubilité dans l'eau et dans les solutions salines à mesure que ce poids moléculaire augmente.

» C'est donc là un phénomène qui présente les plus grandes analogies avec celui d'une régression progressive des peptones et albumoses vers les albuminoïdes primitifs. L'identité absolue entre les produits de régression ultime et les albuminoïdes primitifs est peu probable, par suite de l'introduction des groupes CH^2, mais l'influence de ces groupes, de poids moléculaire peu élevé et dont quelques-uns existent déjà dans l'albuminoïde primitif, est si petite que les produits obtenus conservent leurs réactions protéiques. On peut donc, à l'aide de ce réactif, transformer successivement les peptones vraies en produits deutéroalbumosiques; ceux-ci en corps répondant à toutes les réactions des protoalbumoses; ces dernières enfin en corps insolubles présentant les plus grandes analogies avec les albuminoïdes coagulés à poids moléculaire élevé. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *L'acide silicotungstique comme réactif des alcaloïdes* (1). Note de M. GABRIEL BERTRAND, présentée par M. Duclaux.

« On a déjà proposé un assez grand nombre de réactifs généraux des alcaloïdes : l'acide silicotungstique dont je viens d'étudier l'emploi à ce point de vue, me paraît supérieur à tous; il donne des sels bien définis, absolument stables, dont l'analyse peut être faite aisément avec exactitude. Au point de vue de certaines déterminations analytiques, il présente même sur le chlorure de platine et le chlorure d'or l'avantage d'avoir un poids moléculaire beaucoup plus élevé (environ 3000). Enfin sa sensibilité est la plus grande de tous et rien n'est plus facile que d'extraire les alcaloïdes des combinaisons insolubles où il les engage.

» Ce réactif est l'acide silicotungstique



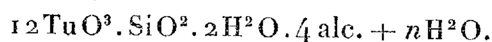
$$12\,TuO^3 . SiO^2 . 2H^2O,$$

libre ou à l'état de sel alcalin. On l'obtient aisément en suivant les indications qui ont été données par M. Wyrouboff (2) dans son important Mé-

(1) Travail du laboratoire du Muséum.
(2) *Bull. Soc. Minéralogie*, t. XIX; 1896.

moire sur les silicotungstates métalliques. Pour l'usage analytique, on en prépare une solution au titre de 5 pour 100 environ.

» Dans les solutions suffisamment concentrées et froides des sels d'alcaloïdes, ce réactif donne des précipités, en général floconneux, quelquefois caillebottés, pulvérulents ou même cristallins, qu'il est facile de recueillir par filtration. Ces précipités sont blancs ou de couleur pâle : jaune, chamois ou saumon. Ils sont presque insolubles dans l'eau froide, un peu plus dans l'eau bouillante. Desséchés à + 30°, ils retiennent une certaine quantité d'eau, variable suivant l'alcaloïde considéré, et dont une partie au moins se dégage à la température de + 120°. Ce sont des silicotungstates neutres de la formule générale



$$12\,TuO^3.SiO^2.2H^2O.4\,\text{alc.} + nH^2O.$$

» Ils résistent, sans se dissoudre, à l'action des liqueurs acides, même assez concentrées, et laissent par calcination un résidu absolument fixe, formé d'acides silicique et tungstique.

» Le sel de pyridine $12\,TuO^3.SiO^2.2H^2O.4C^5H^5Az + H^2O$ est cristallisé. Il devient anhydre à + 120° :

	Trouvé.	Calculé.
Eau de cristallisation	0,50	0,55
Azote (méthode Dumas)	1,70	1,74
$TuO^3 + SiO^2$	88,50	88,49

» Celui de morphine $12\,TuO^3.SiO^2.2H^2O.4C^{17}H^{19}AzO^3 + 9H^2O$ est amorphe, de couleur saumon. Il retient 2 molécules d'eau d'hydratation à + 120° :

	Trouvé.	Calculé.
Eau dégagée à + 120°	2,90	3,01
Azote (méthode Dumas)	1,32	1,33
$TuO^3 + SiO^2$	67,90	68,00

» Le sel de strychnine $12\,TuO^3.SiO^2.2H^2O.4C^{21}H^{22}Az^2O^2 + 8H^2O$ ressemble au précédent, mais il est de couleur chamois et ne conserve qu'une molécule d'eau à + 120° :

	Trouvé.	Calculé.
Eau dégagée à + 120°	2,90	2,89
Azote (méthode Dumas)	2,46	2,56
$TuO^3 + SiO^2$	65,30	65,22

» Quand on chauffe un précipité de silicotungstate d'alcaloïde au sein du liquide où il a pris naissance, il perd immédiatement une certaine quantité d'eau (une molécule pour les sels analysés). Le nouvel hydrate, qu'on

peut ainsi obtenir directement par précipitation à chaud, est une poudre très ténue, lente à se déposer, et qui présente avec certains alcaloïdes l'avantage d'être beaucoup plus visible que l'hydrate précipité à froid.

» Si l'on prend, par exemple, 5cc d'une solution de sulfate d'aconitine au $\frac{1}{50000}$ et qu'on y ajoute 1 à 2 gouttes de réactif, on n'observe qu'une opalescence très faible; en chauffant jusqu'à l'ébullition, le liquide devient limpide et par refroidissement laisse apparaître un précipité pulvérulent, excessivement fin, qu'on pourrait encore distinguer au trouble du liquide, s'il n'y avait que $\frac{1}{70000}$ à $\frac{1}{80000}$ de la base organique en dissolution.

» Avec la vératrine, la différence est plus accentuée : tandis que la solution au $\frac{1}{10000}$ ne donne presque plus rien à froid, celle au $\frac{1}{130000}$ fournit encore un trouble appréciable après chauffage et refroidissement.

» J'ai déterminé la limite de sensibilité de la réaction pour les principaux alcaloïdes végétaux en opérant sur 5cc de solution additionnés dans un tube à essais de 1 à 2 gouttes de silicotungstate de sodium et autant d'acide chlorhydrique au dixième. Les résultats obtenus sont rassemblés dans le Tableau ci-dessous, où les alcaloïdes sont divisés en deux groupes : le premier renfermant les alcaloïdes dont les deux hydrates sont également perceptibles; le second, ceux dont le silicotungstate devient beaucoup plus visible par chauffage à l'ébullition et refroidissement.

Premier groupe.		Deuxième groupe.	
Conicine	$\frac{1}{8000}$	Aconitine	$\frac{1}{80000}$
Morphine	$\frac{1}{16000}$	Vératrine	$\frac{1}{130000}$
Théobromine	$\frac{1}{18000}$	Brucine	$\frac{1}{150000}$
Nicotine	$\frac{1}{20000}$	Strychnine	$\frac{1}{200000}$
Narcéine	$\frac{1}{30000}$	Narcotine	$\frac{1}{200000}$
Codéine	$\frac{1}{40000}$	Quinine	$\frac{1}{500000}$
Atropine	$\frac{1}{50000}$	Quinidine	$\frac{1}{500000}$
Caféine	$\frac{1}{50000}$	Cinchonine	$\frac{1}{500000}$
Cocaïne	$\frac{1}{200000}$	Cinchonidine	$\frac{1}{500000}$

» Malgré leur stabilité, les silicotungstates d'alcaloïdes sont attaqués par certains réactifs, notamment les réactifs oxydants. Ceci permet, dans certains cas, d'utiliser directement le précipité fourni par l'acide silicotungstique pour effectuer la réaction colorée caractéristique de l'alcaloïde : par exemple, celle de la strychnine avec le mélange d'acide sulfurique et de bichromate de potassium, de la morphine avec le réactif de Fröhde, etc.

» Mais un des principaux avantages qui résultent de l'emploi de l'acide silicotungstique est la facilité avec laquelle on peut régénérer les alcaloïdes

des précipités obtenus. Ces précipités sont, en effet, décomposés instantanément à froid par les alcalis étendus, même par l'ammoniaque : le silicium et le tungstène passent en solution et l'alcaloïde est mis en liberté. On n'a plus qu'à séparer celui-ci soit par filtration, s'il est insoluble, soit par agitation du liquide avec un dissolvant approprié, s'il est resté dissous. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Recherches sur la valeur physiologique des tubes pyloriques de quelques Téléosteens* (¹). Note de M. **Th. Boudouy**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Nous avons soumis à nos expériences les trois espèces suivantes : *Merlangus Pollachius, Mugil chelo et Motella mustela*. Nous avons employé les macérations aqueuses de tubes pyloriques, préparés selon la méthode indiquée ci-dessous, et les extraits alcooliques préparés comme le recommande M. Frédéricq.

» *Préparation des macérations aqueuses.* — Les poissons sont sacrifiés immédiatement après la pêche; les cæcums sont détachés de l'intestin moyen et lavés à l'eau distillée. On les incise et on les broie dans un mortier à l'aide de sable préalablement purifié. La pulpe ainsi obtenue est reprise par l'eau fluorée (eau distillée renfermant en poids $\frac{1}{100}$ de Na Fl). On empêche ainsi le développement des bactéries, dans un milieu très riche en substances protéiques, et l'action des zymases n'est pas entravée par la présence de cet antiseptique. On décante et l'on filtre.

» Le filtratum est visqueux et mousse beaucoup par l'agitation; il est riche en mucine et sa réaction a toujours été neutre au tournesol.

» *Préparation des extraits alcooliques.* — Les tubes pyloriques sont incisés en menus fragments et triturés au mortier, avec de l'alcool à 90°. On laisse en contact pendant plusieurs heures. La masse est jetée sur un filtre sans plis. Les substances albuminoïdes et les enzymes sont coagulées. On fait sécher à l'air entre des doubles de papier-filtre. La matière jaunâtre ainsi préparée est délayée dans l'eau distillée fluorée; les ferments se redissolvent. C'est cette solution qui sert aux expériences.

» A. Expériences sur le Merlangus Pollachius. — Dans cette espèce, les tubes pyloriques sont au nombre de trente environ; ils forment une houppe volumineuse autour du duodénum. Nous avons étudié l'action du macéré sur la fibrine, l'empois d'amidon, le saccharose et l'huile d'olive.

» 1° *Action sur la fibrine.* — On a employé la fibrine de sang de porc, récemment préparée et conservée dans la glycérine. La fibrine est promptement attaquée, corrodée sur ses bords et désagrégée.

(¹) Nos recherches ont été faites au Laboratoire de Zoologie de Roscoff.

» Dans une expérience, au bout de six heures, à la température du laboratoire (11°), la fibrine a été digérée. La neutralité du milieu et le mode d'action du ferment font admettre que l'enzyme est analogue à la trypsine.

» Nous avons constaté la présence des peptones par la réaction du biuret; mais, au préalable, il a fallu se débarrasser de la mucine, qui donne également cette réaction. Pour cela, le produit de la digestion a été porté à l'ébullition et additionné d'acide acétique. L'albumine et la mucine ont été coagulées. Le liquide filtré renferme les peptones, dont on accuse la présence par la réaction du biuret.

» 2° *Action sur l'amidon cuit.* — Nous avons préparé l'empois d'amidon par le procédé de M. Bourquelot. Le produit ainsi obtenu se prête bien aux expériences. Il est indispensable de le préparer au moment du besoin, car l'empois se saccharifie au bout de quelques jours. On a eu recours à l'étuve, afin d'exagérer la production du maltose. Il faut faire usage d'un tube témoin renfermant de l'eau distillée et de l'empois d'amidon (à la fin de l'opération, le contenu de ce tube ne devra pas réduire la liqueur cupro-potassique). Nous nous sommes assuré que le macéré ne renfermait pas de sucre réducteur. Dans toutes les expériences, le macéré a hydraté l'amidon. La présence du sucre a été révélée par la liqueur de Fehling et par le sous-nitrate de bismuth en présence d'un alcali.

» 3° *Action sur le saccharose.* — Le sucre candi, purifié par des lavages répétés à l'alcool à 90°, n'a pas été interverti.

» 4° *Action sur l'huile d'olive.* — On n'a pas obtenu d'émulsion stable ni d'acidification du milieu. Le suc des cæcums ne se comporte donc pas comme le suc pancréatique.

» B. Expériences sur le Mugil chelo. — Le macéré des cæcums ne digère pas la fibrine, mais il saccharifie l'amidon.

» C. Expériences sur la Motella mustela. — Il y a eu digestion de la fibrine et hydratation de l'amidon. Krükenberg a obtenu les mêmes résultats chez la *Motella tricirrhata*.

» Les dissolutions aqueuses d'extraits alcooliques nous ont amené aux mêmes conclusions.

» Les tubes pyloriques, dans les espèces que nous avons étudiées, jouent donc un rôle actif dans la digestion. Il est à remarquer que, chez le *Mugil chelo*, espèce herbivore, le suc des cæcums ne digère pas la fibrine, tandis que cette digestion s'effectue chez la *Motella mustela* et le *Merlangus Pollachius*, qui sont des espèces carnassières. »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Ancienne légende russe, relative à une chute de pierres.* Note de M. **Stanislas Meunier.**

« Au cours d'un voyage de Saint-Pétersbourg à Nijny-Novgorod, je fus informé que, d'après des récits six fois séculaires, le pays que je traversais avait été le théâtre d'une pluie de pierres absolument exceptionnelle.

» Le 25 juin 1290, les habitants d'Oustiougue-le-Grand, dans le gouvernement de Wologda, virent le ciel s'obscurcir jusqu'à produire la nuit en plein midi; des détonations formidables et des lueurs fulgurantes incessantes donnèrent à chacun l'idée de la fin prochaine du Monde. Dans ce moment suprême, d'après le récit que toutes les mémoires ont retenu dans la région, on eut recours à l'intercession de Prokopi, et celui-ci pria la Providence avec une telle ferveur qu'un miracle se produisit : la nuée menaçante, modifiant son premier itinéraire, se détourna de la ville et alla crever à 25^{km} de distance, dans un point où est maintenant le village de Catoval, mais qui était alors désert, et sans faire de mal « ni à des hommes, ni à des bestiaux » (1).

» Lorsque, revenus de leurs terreurs bien légitimes, les habitants visitèrent la localité éprouvée, ils trouvèrent la forêt absolument saccagée, les arbres brisés et le sol couvert d'innombrables blocs de roches, arrondis et souvent noirâtres, assez gros souvent pour écraser des maisons entières par leur chute. Aussi nul n'hésita-t-il à croire que ces pierres ne fussent tombées des nuées et qu'elles n'eussent été primitivement destinées par la vengeance céleste à écraser Oustiougue et ses habitants : le souvenir reconnaissant a fait de l'intercesseur saint Prokopi, patron très vénéré encore de toute la région.

» Un semblable récit piqua ma curiosité : je cherchai à avoir sur le phénomène le plus de renseignements possible. Le savant conservateur des collections de l'Institut des Mines, à Saint-Pétersbourg, M. Melnikoff (2), me communiqua une brochure qu'il avait publiée en russe sur ce sujet. Le Ministre de l'Agriculture et des Domaines, S. E. M. A. Yermoloff, fit prendre pour moi, malgré des difficultés très sérieuses, des photographies reproduisant des vues du pays, la forme de blocs conservés à part comme des reliques, et de très vieilles icones peintes sur bois et représen-

(1) Je dois de vifs remercîments au savant bibliothécaire du Muséum, M. Deniker, qui a bien voulu me donner la traduction de plusieurs textes russes qui m'ont été fort utiles.

(2) *Notice historique sur la chute des météorites d'Oustiougue* [*Journal des Mines russes*, n° 1, p. 101 à 109 (en russe); année 1890].

tant le miracle. Je dois aussi à M. Yermoloff une collection d'échantillons des roches qui se présentent en innombrables blocs sur le sol de Catoval et sur une surface dont la longueur dépasse plusieurs kilomètres.

» En examinant ces spécimens, j'eus le désappointement de n'y trouver que des roches terrestres : outre des silex parfois meuliériformes (rivière Strigue) et une scorie de four à fer très cristalline, riche en péridot, contenant du charbon de bois et qui doit être fort ancienne (monastère d'Oustiougue), on y voit surtout des micaschistes (rivière Strigue) et avec eux du quartz filonien (rivière Strigue) et des eurites noires à feldspath arborisé (chapelle de Saint-Prokopi). On y voit aussi des roches remarquables, sur lesquelles M. Brögger a appelé l'attention sous le nom de *grorudite*, et qui sont formées d'un mélange de microcline, d'albite et de mica, avec l'ægyrine, minéral pyroxénique d'un vert d'herbe. Elles ont été ramassées dans le ruisseau de Caménoé.

» On ne trouve nulle part en place ces roches dans le gouvernement de Wologda, dont le sol est formé de couches carbonifères et permiennes. Les gisements les moins éloignés en sont en Finlande et en Scandinavie, et l'on rattache leur présence en Russie au grand phénomène erratique.

» Bien qu'elle nous prive d'échantillons météoritiques qui eussent été fort précieux, cette constatation ne diminue pas l'intérêt de la légende, qui témoigne, sans aucun doute, de l'apparition de quelque imposante manifestation météorologique d'intensité anormale. La question subsiste de savoir si des pierres sont, à ce moment, tombées des nuages, pierres qui auraient d'ailleurs été enlevées au sol de quelque point plus ou moins éloigné, par une trombe, et qui se seraient mélangées aux blocs erratiques.

» A cette occasion, on peut rappeler que de semblables pluies rocheuses ne sont pas sans exemple. Pour ma part, j'en ai étudié une qui avait eu pour théâtre une localité du département de l'Aube : le 6 juin 1891, la commune de Pel-et-Der fut recouverte de milliers de pierrailles calcaires, de 2^{cc} à 3^{cc}, qui avaient été arrachées à un gisement distant d'au moins 150^{km} en ligne droite (1).

» Mais il y a une autre supposition, bien plus vraisemblable à faire : c'est qu'il n'est pas tombé de pierres à Catoval. La région était évidemment peu fréquentée et peu connue; quand on s'y rendit après l'orage et qu'on y vit, dans la forêt saccagée, les pierres qui jonchaient le sol, on

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXIII, p. 100; 13 juillet 1891.

commit à leur égard une erreur que nous voyons renouveler à chaque instant. On apporte fréquemment au laboratoire du Muséum, et de la meilleure foi du monde, des blocs variés qu'on assure avoir vu tomber à la suite d'un météore lumineux. Nous expliquons toujours l'illusion par la tendance naturelle à rattacher à la chute de la foudre la présence d'une masse gisant sur le sol avec des caractères qui paraissent un peu spéciaux. Je sais bien que c'est rééditer la fin de non-recevoir que Lavoisier a opposée si malencontreusement en 1768 à la réalité des chutes météoritiques; mais, cette fois, nous avons comme contrôle de notre opinion le témoignage de la nature lithologique des masses ramassées, qui coïncide avec celle des roches terrestres.

» En tous cas, la légende de saint Prokopi mérite d'être classée parmi les documents historiques qui concernent le phénomène météoritique. »

M. L. **George** adresse une Note relative à un « nouveau générateur à vapeur d'eau ».

Cette Note sera soumise à l'examen de MM. Maurice Lévy et Mascart.

M. A. **Beauvais** adresse une Note relative à un « siège automatique contre le mal de mer ».

La séance est levée à 3 heures et demie.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 20 mars 1899.

Actualités vinicoles : Études sur les nouveaux procédés de vinification; avec une biographie de Jules Salleron et 16 figures, par M. L. Mathieu. Paris, Dujardin, 1899; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société philomathique de Paris. 8e série, t. X, n° 1, 1897-1898. Paris, 1898; 1 fasc. in-8°.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. G. Darboux et J. Tannery. 2e série, t. XXIII. Janvier 1899. Paris, Gauthier-Villars, 1899.

L'Enseignement mathématique, Revue internationale. Directeurs : MM. C.-A. Laisant et H. Fehr. 1re année, nos 1, 2. Janvier, mars 1899. Paris, G. Carré et C. Naud; 2 fasc. in-8°. (Présenté par M. Poincaré.)

Annales de la Société d'Agriculture, Industrie, Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de la Loire. 2e série, t. XVIII. Année 1898, 3e livraison. Juillet, août, septembre. Saint-Étienne, 1898; 1 fasc. in-8°.

Annuaire de la Société météorologique de France. 46e année, 1898. Avril-septembre 1898. Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-8°.

Anuario de la Real Academia de Ciencias exactas, físicas y naturales, 1899. Madrid, imp. de L. Aguado; 1 vol. in-32.

Annuario della R. Accademia dei Lincei, 1899; CCXCVIa della sua fondazione. Roma, 1899; 1 vol. in-24.

Il Catalogo della Litteratura scientifica, per Desiderio Chilovi. (Estratto della *Nuova Antologia,* fasc. 1°, marzo 1899.) Roma, 1899; 1 fasc. in-8°.

Die Urkraft oder *Gravitation, Licht, Wärme, Magnetismus, Elektricität, chemische Kraft, etc., sind sekundäre Erscheinungen der Urkraft der Welt,* von E. Jahr, mit 7 Abbildungen im Text. Berlin, Otto Enslin, 1899; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Beitrag zur chemischen Wirkung des Magnetismus, von Emil Jahr, mit 2 Tafeln. Berlin; 1 fasc. in-4°.

Ueber die Gleichartigkeit gewisser chemischer Wirkungen des elektrischen Stromes und des Magnetismus auf Bromsilber-Gelatine-Trockenplatten, von Emil Jahr. Berlin; 1 fasc. in-4°.

Ueber die Harmonie in Weltenraum. Bändchen 1, von G.-J. Petersen, in Gleiwitz . Gleiwitz, Albert Jaeger, 1899; 1 fasc. in-8°.

Die Venus-Durchgänge 1874 *und* 1882. Bericht über die deutschen Beobachtungen; herausgegeben von A. Auwers. Erster Band. Berlin, 1898; 1 vol. in-4°.

Beiträge zur Berechnung von Lotabweichungssystemen, von Prof.-Dr L. Krüger. Potsdam, B.-G. Teubner, 1898; 1 fasc. in-4°.

Beiträge zur Theorie des Reversionspendels, von F.-R. Helmert, mit einer Tafel. Potsdam, B.-G. Teubner, 1898; 1 fasc. in-4°.

Veröffentlichung des königl. preussischen geodätischen Institutes : Die Polhöhe von Potsdam. I. Heft, mit drei lithographierten Tafeln. Berlin, P. Stankiewicz' Buchdruckerei, 1898; 1 fasc. in-4°.

Report of the meteorological Council, for the year ending 31st *of march* 1898, *to the President and Council of the Royal Society*. London, 1898; 1 vol. in-8°.

Transactions of the Wisconsin Academy of Sciences, Arts and Letters. Vol. XI, 1896-97, with fifty plates. Madison, Wisconsin, 1898; 1 vol. in-8°.



COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 MARS 1899,

PRÉSIDENCE DE M. VAN TIEGHEM.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie que, en raison des fêtes de Pâques, la séance du lundi 3 avril sera remise au mardi 4.

Notice sur M. Charles Naudin; par M. **Ed. Bornet**.

« L'année 1840 et les deux années suivantes virent naître à la vie scientifique une phalange de jeunes botanistes qui, à des titres divers, firent partie de l'Académie des Sciences. En ouvrant les volumes des *Annales des Sciences naturelles* et d'autres publications datant de cette courte période, on rencontre, rangés suivant l'ordre de leur naissance, les noms bien connus de Naudin, Tulasne, Thuret, Trécul, Weddell, Cosson. Né le pre-

mier, M. Naudin a disparu le dernier. Il s'est éteint subitement à Antibes, le 19 de ce mois.

» M. Charles Naudin est né à Autun, le 14 août 1815. Son père, instituteur de village, était passionné pour l'étude du latin et passait pour un latiniste distingué. Sa mère était fille d'un magistrat, Pierre Deroche, procureur du roi à Autun, grand ami de Talleyrand. Elle mourut du chagrin d'avoir vu son patrimoine englouti dans les affaires industrielles entreprises par son mari.

» Charles avait à peine huit ans. Ses débuts dans la vie furent longuement et durement pénibles. Commencées dans sa ville natale, ses études se poursuivirent à Bailleu-sur-Thérain, dans l'Oise; à Limoux, dans le département de l'Aude, et se terminèrent à Montpellier. Maître d'études dans de petites institutions pendant qu'il prépare ses baccalauréats, il est ensuite professeur à Château-Chinon, en Morvan, puis à Cette. Revenu à Montpellier, il prend quelques inscriptions à l'École de Médecine; mais, la carrière médicale ne lui plaisant guère, il y renonce pour se livrer à l'étude des sciences naturelles. M. Naudin arrive à Paris en 1839; il est licencié en 1841, docteur en 1842. Ces rapides succès paraîtront d'autant plus admirables lorsqu'on saura que, dénué de toute ressource personnelle, le jeune étudiant devait gagner sa vie de chaque jour en donnant des leçons, en tenant les livres d'un commerçant, et qu'en même temps il poursuivait des recherches scientifiques originales. Les *Annales des Sciences naturelles* accueillent en 1840 une Note de lui sur un curieux cas de développement de bourgeons adventifs sur une feuille de *Drosera*.

» En 1842, il présente pour le Doctorat une Thèse sur la végétation des Solanées, qui fait honneur à la pénétration de son esprit; il donne aux *Annales* des *Observations sur le développement des organes appendiculaires des végétaux* et une *Revue de la Flore du Brésil méridional*. Ce dernier travail était fait sous la direction d'Auguste Saint-Hilaire dont il était devenu l'aide, en remplacement de Tulasne. La maladie du principal collaborateur mit bientôt fin au travail commun et c'est sous son nom seul que M. Naudin publia, pendant les deux années suivantes, ses *Additions à la Flore du Brésil méridional*.

» Appelé à Rouen par Pouchet, en 1845, afin de déterminer les plantes de l'École de Botanique, il y fit son apprentissage de professeur de sciences. Mais tombé dans un milieu troublé par des querelles intestines, n'ayant qu'un traitement dérisoire, mal vu du jardinier en chef qui ne manquait

pas de dire, lorsqu'il passait devant des plantes sans étiquette : « Ah ! » voilà encore des plantes que le docteur ès sciences de Paris n'a pas pu » nommer ! », il avait hâte d'obtenir une situation plus conforme à sa valeur et à ses goûts; et il se recommandait à Decaisne, la providence des Botanistes dans l'embarras, pour qu'il l'aidât à rentrer à Paris. Son désir se réalisa à la fin de la même année ; il fut nommé professeur suppléant de Zoologie au Collège Chaptal où Decaisne enseignait la Botanique. Doué d'une grande facilité d'assimilation, d'un esprit vif et original, brillant causeur, il aurait sans doute obtenu de grands succès dans la carrière professorale. Malheureusement il fut bientôt atteint d'une surdité incurable accompagnée d'une névralgie faciale très douloureuse qui le força à donner sa démission.

» Privé de l'avantage d'échanger ses idées par la parole, *ab humano commercio segregatus,* comme il écrivait alors, il s'appliqua avec plus d'ardeur encore aux travaux du laboratoire. C'est alors qu'il acheva la *Monographie générale des Mélastomacées,* Ouvrage considérable qui renferme la description de 250 genres, de plus de 500 espèces nouvelles et 27 planches dessinées par lui-même.

» Il n'était qu'employé libre, c'est-à-dire sans attache officielle, pendant l'exécution de ce travail et de plusieurs autres qu'il fit dans l'herbier du Muséum. En 1854, Decaisne, qui avait remplacé Mirbel dans la chaire de culture, le prit pour son aide-naturaliste. Il lui donna en même temps le conseil et les moyens d'entreprendre des recherches expérimentales sur des questions qui excitaient alors, au plus haut degré, l'intérêt des naturalistes : la définition et l'origine de l'espèce, l'hybridité et son rôle dans la production des espèces.

» M. Naudin choisit, pour remplir la première partie du programme, la famille des Cucurbitacées. « Peu de familles en effet, fait-il remarquer, » se prêtent mieux à ce genre d'études, tout à la fois par le polymor- » phisme des espèces et la stabilité des formes secondaires qu'on ne peut » cependant pas regarder comme des espèces véritables ». Une collection considérable de Cucurbitacées vivantes, la plus grande qui ait jamais existé, fut réunie au Jardin des Plantes et soumise à de nombreux croisements. Après plusieurs années d'étude M. Naudin reconnut, avec une entière certitude, l'exactitude des propositions suivantes : La multitude de formes que présentent les Courges et les Melons se ramène à un petit nombre d'espèces parfaitement limitées; ces espèces ne s'hybrident pas entre elles; par suite de leur dissémination dans toutes les contrées

chaudes et tempérées et sans doute aussi par le fait d'une culture extrêmement ancienne, il s'est formé un nombre immense de races ou de sous-espèces douées d'une stabilité remarquable et quelquefois plus différentes les unes des autres dans leur aspect général que ne le sont entre elles les espèces réellement distinctes; ces races bien caractérisées se montrent invariables, dans une longue suite de générations, aussi longtemps qu'elles ne sont fécondées que par leur propre pollen. Elles dégénèrent et se transforment rapidement en de nouvelles variétés, si elles viennent à se croiser avec d'autres races ou d'autres variétés de la même espèce.

» Ses recherches sur l'Hybridité des végétaux, qui ont obtenu le grand prix de Physiologie végétale au concours de 1861, exigèrent des observations prolongées pendant plusieurs années; car, si intéressants que fussent les résultats qui se produisent dans les premiers croisements, il était surtout nécessaire de connaître la manière dont se comporteraient les hybrides de la deuxième génération et des générations suivantes. Les conclusions fournies par les expériences furent très nettes. Les hybrides d'un même croisement se ressemblent entre eux à la première génération; tous les hybrides réciproques sont aussi semblables les uns aux autres que s'ils étaient provenus du même croisement. A la seconde génération, une extrême bigarrure de formes succède à l'uniformité première. Les unes se rapprochent du type spécifique du père, d'autres de celui de la mère; quelques-uns rentrent subitement et entièrement dans l'un ou dans l'autre. Cette dissolution des formes hybrides, plus ou moins rapide, mais constante, ne permet pas de croire que les hybrides, lorsqu'ils sont fertiles, puissent faire souche d'espèce. Ces formes mixtes finissent toujours par disparaître au bout d'un nombre indéterminé de générations.

» Ces faits établis, M. Naudin en déduit une conception de l'espèce. Celle-ci n'est pas un type idéal, une abstraction; elle est, avant tout, une collection d'individus semblables. Il n'existe aucune différence qualitative entre les espèces, les races et les variétés. Puis il montre que la question de l'espèce est connexe de celle d'origine, et il se prononce alors, car depuis ses idées se sont modifiées, en faveur du système suivant lequel les espèces se tiennent par un lien d'origine, sont réellement parentes les unes des autres et descendent d'ancêtres communs. Ces idées de parenté générale entre les êtres de même genre, de même famille et de même règne, formulées par M. Naudin dès 1852, ont reçu leur complet développement dans un Mémoire très étudié : *Les espèces affines et la théorie de l'Évolution*, qui a paru en 1874. Il y discute les théories évolutionnistes et transformistes

connues alors et, en particulier, l'hypothèse de la sélection naturelle qu'il exclut totalement, à moins qu'on n'en fasse un synonyme de *survivance*. Résumant, en 1856, dans une réunion de naturalistes, quelques-unes de ces vues de M. Naudin, Decaisne croyait devoir ajouter : « Je n'insiste point » sur ces idées, peut-être trop nouvelles pour nous. » Nous ne sommes plus aussi timides.

» M. Naudin fut élu Membre de la Section de Botanique de l'Académie des Sciences le 14 décembre 1863; il aurait pu entrer aussi justement dans la Section d'Économie rurale. De bonne heure, en effet, il s'est intéressé à l'art de la culture. Rédacteur à la *Revue horticole*, à la *Flore des serres*, au *Bon Jardinier*, il a écrit pendant de longues années un très grand nombre d'articles sur des sujets très divers; en même temps il collaborait au *Journal d'Agriculture pratique* et à l'*Encyclopédie de l'Agriculture*. Puis il commença avec Decaisne un *Manuel de l'Amateur des Jardins*. Le quatrième Volume n'était pas achevé lorsque M. Naudin, fatigué par ce travail assidu et par l'exacerbation de sa névralgie, abandonna son poste d'aide-naturaliste pour aller à Collioure dans le but d'y fonder un établissement de Botanique expérimentale. Il y resta neuf ans.

» A la mort de Gustave Thuret, sa belle-sœur, Mme Thuret-Fould, acheta la villa Thuret pour la donner à l'État. Decaisne, que M. Naudin avait quitté malgré ses instances les plus pressantes, insista pour que la direction lui en fût confiée. Par les soins de M. Naudin les collections existantes furent augmentées; beaucoup d'espèces intéressantes, introduites et expérimentées. Des relations d'échanges ont été établies avec de nombreux établissements publics et privés, en Europe et hors d'Europe; des matériaux d'étude ont été expédiés aux botanistes éloignés et aux professeurs de nos établissements scientifiques pour leurs recherches et leurs démonstrations. Deux Mémoires de grande valeur sur les *Eucalyptus*, dont il a rassemblé plus de quatre-vingts espèces dans le jardin Thuret, montrent l'utilité de ces jardins d'essai, lorsqu'ils sont dirigés par un savant expérimenté. On lui doit encore un *Manuel de l'Acclimateur*, ou choix de plantes recommandées pour l'Agriculture, l'Industrie, la Médecine, et adaptées aux climats de l'Europe et des pays tropicaux, utile Ouvrage où l'on reconnaît vite qu'il ne sort pas de la plume d'un compilateur ordinaire. Enfin, il y a deux ans à peine, M. Naudin communiquait à l'Académie des recherches sur les tubercules des Légumineuses.

» Il semblait que sous le beau climat de la Provence, dans ce merveilleux site du cap d'Antibes où la villa Thuret est située, dans un jardin en

pleine prospérité, M. Naudin dut jouir de quelque repos après de longues années de lutte. Il n'en a rien été; la mort de deux de ses fils, atteints, à leur âge d'homme, d'une maladie de langueur qui les conduisit lentement au tombeau, d'autres misères encore, lui firent souhaiter un moment de fuir un lieu qui lui rappelait de pareilles tristesses. La résignation fut plus forte. Il est parti, laissant le souvenir d'un homme bienveillant, d'un esprit ouvert qui se mouvait avec la même aisance dans les domaines des faits, des idées abstraites et de l'imagination, d'une âme virile que les épreuves les plus cruelles n'ont pas abattue et dont les travaux font honneur à la Science française.

» Puissent l'estime profonde et la sympathie, dont la mémoire de son mari est entourée, être une légère consolation pour la femme vaillante qui a partagé et soulagé ses douleurs, pour les enfants éplorés qui se pressent autour d'elle. »

M. Albert Gaudry, en annonçant à l'Académie la mort de M. Marsh, Correspondant de la Section de Minéralogie, s'exprime dans les termes suivants :

« Un télégramme de New Haven, dans le Connecticut, nous annonce la mort du professeur Marsh. Il y a trois mois seulement que l'Académie a choisi M. Marsh pour un de ses Correspondants. Peu de temps auparavant elle lui avait décerné le prix Cuvier. Les découvertes des Vertébrés fossiles des Montagnes-Rocheuses ont eu un retentissement considérable; nul n'a, autant que M. Marsh, contribué à ces découvertes. Lorsque j'ai visité les collections paléontologiques de M. Marsh, à Yale College, j'ai éprouvé l'impression la plus grandiose et la plus étonnante qu'un naturaliste puisse ressentir. Il y a là des débris de créatures si gigantesques et si étranges qu'il faut les voir pour y croire. M. Marsh n'a reculé devant aucune fatigue, aucun danger dans ses explorations aux Montagnes-Rocheuses; il y a consacré une grande fortune et il les a décrites dans des publications magnifiques. Tout récemment, dans un élan admirable de désintéressement, il les a données aux établissements publics des États-Unis. Le nom de M. Marsh restera honoré par tous ceux qui s'intéressent à l'histoire de la vie dans les temps passés. »

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *G.-H. Wiedemann*, Correspondant de la Section de Physique, décédé à Leipzig, le 24 mars 1899 dans sa soixante-treizième année.

Notice sur M. Wiedemann; par M. **Mascart.**

« M. Gustave Wiedemann, Correspondant de l'Académie depuis 1893, vient de s'éteindre à Leipzig après une longue carrière dans laquelle il a donné jusqu'à la fin la preuve de la plus grande activité scientifique.

» Né à Berlin le 2 octobre 1826, M. Wiedemann fut d'abord privat-docent à l'Université de Berlin, professeur à l'Université de Bâle en 1854, puis dans diverses institutions à Brunswick, à Carlsruhe, et finalement appelé en 1871 à la chaire de Chimie physique à l'Université de Leipzig, qu'il conserva jusqu'à sa retraite.

» Ses travaux personnels sont très nombreux et se rapportent principalement à des questions d'Électricité et de Magnétisme. On doit citer, en particulier, des recherches devenues classiques sur l'Électrochimie et les propriétés des dissolutions salines, sur la conductibilité des métaux pour la chaleur en comparaison avec leurs conductibilités électriques, sur l'aimantation du fer et de l'acier et les relations de ce phénomène avec les déformations mécaniques.

» Dans l'un de ses premiers Mémoires, en 1851, M. Wiedemann démontrait que, dans un milieu placé à l'intérieur d'une bobine sans fer doux, la rotation magnétique du plan de polarisation de la lumière qui se propage suivant la direction de l'axe est proportionnelle à l'intensité du courant et, par suite, proportionnelle au champ magnétique. Cette loi importante a été généralisée depuis et étendue par Verdet, qui en a montré toute la portée théorique.

» M. Wiedemann prit en 1877 la direction des célèbres *Annales de Poggendorff*, qui sont devenues les *Wiedemann's Annalen*, et il a su conserver à cette publication l'autorité que lui avait donnée son fondateur.

» L'œuvre principale de M. Wiedemann, à laquelle il a consacré une grande partie de son existence, est une sorte de répertoire général de nos connaissances sur l'Électricité et le Magnétisme. Deux éditions de cet Ouvrage ont paru d'abord sous le titre de *Die Lehre vom Galvanismus und Elektromagnetismus*.

» Les deux éditions suivantes ont pris le titre plus général : *Die Lehre von der Elektricität*. Dans la pensée de l'auteur, la dernière devait comprendre 5 volumes, tous de dimensions exceptionnelles; mais l'abondance des productions scientifiques depuis quelques années, en particulier sur les décharges électriques dans les gaz, et sans doute aussi la fatigue causée par le prodigieux travail qu'exige une telle compilation, ont décidé M. Wiedemann à limiter sa tâche en laissant à son fils le soin de compléter, sous une autre forme, ses projets primitifs. Il eut du moins la satisfaction de faire paraître, en 1898, le quatrième et dernier volume, qu'il avait fixé comme terme de son travail personnel.

» Pendant de longues années encore, les physiciens seront reconnaissants à M. Wiedemann d'avoir ainsi accumulé une collection si précieuse de documents, classés dans un ordre qui facilite les recherches, discutés avec une impartialité absolue, et qui constitue un véritable monument scientifique toujours utile à consulter.

» M. Wiedemann était gendre de E. Mitcherlich et il eut la joie de trouver dans son fils, M. Eilhard Wiedemann, connu déjà par des travaux très estimés, un digne continuateur des traditions scientifiques de sa famille.

» Nous avons eu l'occasion de connaître M. Wiedemann à Paris, dans le Congrès international des Unités électriques, en 1881, et dans les Conférences ultérieures. Tous ceux qui l'ont approché ont été séduits par l'aménité de son caractère, l'élévation de son esprit et la sûreté de ses relations. Il a laissé parmi nous de sérieuses amitiés, l'impression d'une loyauté parfaite et le souvenir d'un homme de bien. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur la déformation des surfaces du second degré*; par M. G. Darboux.

« Dans la séance du 23 janvier 1899, M. C. Guichard a fait connaître quelques propositions élégantes relatives à la déformation des surfaces de révolution du second degré. Ces propositions font dépendre la détermination des surfaces applicables sur un ellipsoïde de révolution, dont l'axe a pour longueur $2a$, de celle des surfaces qui sont applicables sur la sphère de même diamètre $2a$. On savait déjà déterminer les surfaces applicables sur le paraboloïde de révolution et même sur le paraboloïde plus général qui a une seule génératrice rectiligne tangente au cercle de l'infini. Les théorèmes

de M. Guichard réalisent donc un progrès, puisqu'ils rattachent l'étude de la déformation de quadriques ayant cette fois leur centre à distance finie à celle de la déformation de la sphère sur laquelle on a, comme on sait, obtenu un grand nombre de résultats intéressants. Je voudrais, dans cette Note et dans les suivantes, montrer que les propositions générales données dans mes *Leçons sur la théorie des surfaces* conduisent, par leur simple application, aux théorèmes de M. Guichard. Les considérations très directes et très simples par l'emploi desquelles on obtient ces théorèmes conduisent même à un résultat plus étendu et montrent qu'on peut rattacher à la déformation de la sphère, non seulement la déformation des surfaces de révolution du second degré, mais aussi celle de quadriques plus générales assujetties à l'unique condition *d'être tangentes en un point au cercle de l'infini*. On sait que les surfaces de révolution doivent être tangentes en deux points en ce cercle. Les surfaces que je considère peuvent encore être définies par la propriété suivante : Tandis que les quadriques générales ont leur élément linéaire réductible à la forme

$$ds^2 = (u - v)\left[\frac{du^1}{u^2\Delta\left(\frac{1}{u}\right)} - \frac{dv^2}{v^2\Delta\left(\frac{1}{v}\right)}\right]$$

où $\Delta(s)$ désigne un polynome du troisième degré *à racines distinctes*, les surfaces dont nous rattachons la déformation à celles de la sphère sont celles pour lesquelles $\Delta(s)$ a une racine double. L'élément linéaire correspondant, on le voit tout de suite, peut être réel, il convient donc à une infinité de surfaces réelles. La recherche dont je vais faire connaître le principe aura donc nécessairement ses applications dans le domaine réel.

» Considérons d'abord une surface (Θ) applicable sur une quadrique (Q) de révolution, et envisageons le mouvement étudié pour la première fois par Ribaucour, dans lequel la quadrique (Q) roule sur (Θ), les deux surfaces étant toujours en contact par leurs points correspondants. Parmi les propositions relatives à ce mouvement, je rappellerai la suivante (n°s 925 et suiv.) [1] :

» *Lorsque la surface* (Q) *roule sur* (Θ), *un plan* (Π), *invariablement lié à* (Q), *coupe le plan de contact de* (Θ) *et de* (Q), *suivant une droite* (d) *qui engendre une congruence. Les développables de cette congruence correspondent aux courbes du système conjugué commun à* (Θ) *et à* (Q), *et les points focaux*

---

[1] Les numéros de renvoi se rapporteront toujours à mes *Leçons*.

de la droite (d) *se trouvent sur les tangentes aux deux courbes de ce système conjugué commun qui passent par le point de contact* M.

» *En particulier, si le plan* (Π) *est isotrope, la droite* (d) *demeure normale à une famille de surfaces parallèles dont les lignes de courbure correspondent aux courbes du système conjugué commun; les deux centres de courbure situés sur* (d) *sont à la rencontre des deux tangentes conjuguées communes à* (Θ) *et à* (Q), *menées au point de contact* M. *De plus, toute droite isotrope située dans le plan* (Π) *et entraînée dans son mouvement coupe la droite en un point* a *qui décrit précisément une des surfaces normales à la droite.*

» Appliquons ce théorème au cas particulier que nous avons en vue, où (Q) est une quadrique de révolution. Par les deux sommets A, A', situés sur l'axe de révolution, passent quatre génératrices rectilignes de la surface, et ces génératrices, deux à deux parallèles (d) et (d_1) en A, (d') et (d'_1) en A', sont isotropes. Soient a, a', a_1, a'_1 les quatre points où ces génératrices coupent le plan tangent commun en M. Les droites parallèles (d), (d') se trouvent dans un plan isotrope (Π) passant par l'axe AA'; de même les droites (d_1), (d'_1) se trouvent dans le second plan isotrope (Π_1) passant par le même axe. D'après la proposition précédente a, a' décriront des surfaces (a), (a') normales à la droite aa'; et de même (a_1), (a'_1) décriront des surfaces (a_1), (a'_1) normales à la droite $a_1a'_1$. Nous allons montrer que ces quatre surfaces (a), (a'), (a_1), (a'_1) ont leur courbure moyenne constante et égale à $\frac{1}{a}$, ce qui est l'un des théorèmes de M. Guichard.

» Remarquons en effet que les quatre points a, a', a_1, a_1 se trouvant sur des génératrices rectilignes de (Q), doivent nécessairement se placer sur la section de (Q) par le plan tangent en M. Donc les droites aa'_1, $a'a_1$ se croisent en M et sont les deux génératrices de (Q) situées dans le plan tangent commun.

» D'autre part, d'après la proposition rappelée plus haut, les centres de courbure ε, ε_1 des surfaces normales à aa' sont situés sur deux tangentes Mε, Mε_1 conjuguées communes à (Q) et à (Θ). Puisqu'elles sont conjuguées par rapport à (Q), elles le sont par rapport aux génératrices Ma, Ma'. Donc *les deux segments* $\varepsilon\varepsilon_1$ *et* aa' *se divisent harmoniquement.* Cette propriété suffit : *Si deux surfaces parallèles divisent harmoniquement le segment formé par leurs centres de courbure principaux, elles ont leur courbure moyenne constante et égale au double de l'inverse de leur distance constante.*

» Ici il est très aisé de voir que aa' est égal à l'axe focal AA'. En effet les deux droites isotropes (d) et (d') sont parallèles et situées dans le plan isotrope (II). Donc la distance de deux points pris respectivement sur les deux droites sera constante quels que soient ces deux points et, en particulier, elle sera égale à AA'.

» Avant d'établir les autres théorèmes relatifs aux quadriques de révolution, je ferai remarquer que le raisonnement précédent conduit à une généralisation évidente si l'on suppose que la quadrique (Q) soit tangente en un seul point au cercle de l'infini, elle aura encore deux génératrices rectilignes isotropes parallèles situées dans un plan isotrope. Ce seront les deux droites (d), (d') situées dans le plan isotrope qui est tangent à la surface en son point de contact avec le cercle de l'infini. Nous pouvons donc énoncer le résultat suivant :

» *Quand une quadrique* (Q) *tangente en un point au cercle de l'infini roule sur une surface applicable* (Θ), *les deux génératrices isotropes qui passent par le point de contact de la quadrique et du cercle de l'infini coupent le plan de contact suivant deux points a, a' qui décrivent des surfaces normales à aa' et de courbure moyenne constante $\frac{2}{aa'}$. Par suite, d'après un théorème de M. Bonnet, le milieu c de aa' qui se trouve sur la droite isotrope passant par le centre de* (Q) *et son point de contact avec le cercle de l'infini décrit une surface* (c) *dont la courbure totale est constante et égale à $\frac{1}{\overline{aa'}^2}$.*

» Le lien que cette proposition établit entre la surface (Θ) résultant de la déformation de la quadrique (Q) et la surface à courbure totale constante (c) nous permet d'affirmer que, si l'on cherche à déterminer les surfaces applicables sur la quadrique (Q), la principale difficulté du problème se ramènera à la détermination des surfaces à courbure totale constante telles que (c). Supposons, en effet, que l'on se donne la surface (c); le plan tangent à la surface (Θ) devra passer par la normale à la surface (c), et les droites qui joignent le point de contact de ce plan tangent aux deux centres de courbure principaux de (c) devront être des tangentes conjuguées de (Θ); de plus, les courbes de (Θ) tangentes à ces deux droites devront correspondre aux lignes de courbure de (c). Voilà une première propriété qui, on le reconnaît aisément, fait dépendre la détermination de (Θ) de l'intégration d'une équation linéaire aux dérivées partielles du second ordre. Si l'on exprime ensuite que (Θ) est applicable sur la quadrique (Q), on obtiendra d'autres conditions qui, venant s'ajouter à la

première, feront dépendre la détermination de (Θ), lorsque (c) sera donnée, d'un système d'équations aux dérivées partielles dont l'intégration ne pourra introduire que des constantes arbitraires. C'est ce système d'équations aux dérivées partielles que nous allons former.

» Au Chapitre XIII du Livre VIII de nos *Leçons*, nous avons donné les moyens de définir analytiquement le roulement d'une surface (Q) sur une surface applicable (Θ). Si l'on pose

$$(1) \qquad x_1 = u, \qquad y_1 + iz_1 = v, \qquad y_1 - iz_1 = 2w,$$

l'équation de la surface (Q) relative à des axes qui lui seront invariablement liés pourra être prise sous la forme

$$(2) \qquad w = f(u, v),$$

et si l'on désigne, suivant l'usage, par p, q les dérivées de w, l'élément linéaire de (Q), celui par suite de (Θ) sera donné par la formule

$$(3) \qquad ds_1^2 = du^2 + 2p\,du\,dv + 2q\,dv^2.$$

» Désignons par x, y, z les coordonnées par rapport à des axes fixes du point de contact de (Θ) et de (Q); ce seront des fonctions de u, v.

» Cherchons à déterminer la surface (c) décrite par le point c, où la droite isotrope

$$x_1 = 0, \qquad y_1 + iz_1 = 0,$$

invariablement liée à (Q), vient couper le plan tangent commun à (Θ) et à (Q). Les coordonnées X, Y, Z de c seront données (1067) par les formules

$$(4) \qquad \left\{ \begin{aligned} X &= x - u\frac{\partial x}{\partial u} - v\frac{\partial x}{\partial v}, \\ Y &= y - u\frac{\partial y}{\partial u} - v\frac{\partial y}{\partial v}, \\ Z &= z - u\frac{\partial z}{\partial u} - v\frac{\partial z}{\partial v}, \end{aligned} \right.$$

d'où l'on déduira sans peine que les cosinus-directeurs C, C', C'' de la normale en c à (c) ont pour expressions

$$(5) \qquad C = \frac{\partial x}{\partial u}, \qquad C' = \frac{\partial y}{\partial u}, \qquad C'' = \frac{\partial z}{\partial u}.$$

» De là il résultera facilement que si X, Y, Z, C, C', C'' sont donnés en fonctions de u, v, les coordonnées x, y, z seront définies par des équa-

tions telles que les suivantes

$$(6) \qquad \frac{\partial x}{\partial u} = C, \qquad \frac{\partial x}{\partial v} = -\int \frac{dX + u\,dC}{v}.$$

» Cela posé, nous allons exprimer d'abord que la surface (c) est à courbure totale constante, et nous supposerons, pour la facilité des calculs, que cette valeur constante de la courbure est égale à -1.

» Pour déterminer les lignes de courbure et les rayons de courbure de (c), il suffit de répéter les calculs du n° 1068. Les équations d'Olinde Rodrigues

$$(7) \qquad dX + \rho\,dC = 0, \qquad dY + \rho\,dC' = 0, \qquad dZ + \rho\,dC'' = 0$$

nous donneront ici

$$(8) \qquad d\frac{\partial x}{\partial v} - \frac{\rho - u}{v}\,d\frac{\partial x}{\partial u} = 0,$$

et elles ne différeront des équations (19) du n° 1068 que par la substitution de $\frac{\rho - u}{\rho}$ à ρ. En effectuant la même substitution dans l'équation (25) du même numéro, on aura donc entre les deux rayons de courbure ρ, ρ_1 de (c) la relation

$$(9) \qquad r(\rho - u)(\rho_1 - u) - v(\rho + \rho_1 - 2u)s + v^2 t = 0,$$

où r, s, t désignent les dérivées secondes de ϖ par rapport à u et à v.

» Pour que cette équation se réduise à la suivante

$$(10) \qquad \rho\rho_1 = -1,$$

il faut que l'on ait

$$ur + vs = 0,$$
$$u^2 r + 2uvs + v^2 t = r.$$

L'intégration de ces équations simultanées n'offre aucune difficulté et nous conduit aux valeurs suivantes de ϖ, p, q

$$(11) \qquad \varpi = b\frac{u^2 + 1}{2v} + hu + h'v + k,$$

$$(12) \qquad p = b\frac{u}{v} + h, \qquad q = -\frac{b}{2v^2} - \frac{bu^2}{2v^2} + h',$$

valeurs où b, h, h', k désignent quatre constantes arbitraires. La première

de ces équations peut être écrite avec les coordonnées rectangulaires x_1, y_1, z_1 et elle prend la forme

$$(13)\qquad \left\{\begin{array}{l} y_1^2+z_1^2-bx_1^2-2h(y_1+iz_1)x_1 \\ \qquad -2h'(y_1+iz_1)^2-2k(y_1+iz_1)-b=0, \end{array}\right.$$

d'où il résulte que (Q) est une quadrique assujettie à la seule condition d'être tangente en un point au cercle de l'infini. C'est le résultat que nous avions annoncé plus haut. »

MÉCANIQUE. — *De l'effet produit, sur le mouvement d'inclinaison d'une bicyclette en marche, par les déplacements latéraux que s'imprime le cavalier.* Note de M. **J. Boussinesq.**

« I. J'ai donné, il y a quelques mois ([1]), l'équation qui relie le mouvement d'inclinaison d'une bicyclette à son mouvement de progression, dans l'hypothèse d'un cavalier fixé sur sa machine ou, plutôt, n'y exécutant que les deux manœuvres des pédales et du guidon, négligeables au point de vue des inerties exigées par leur production. Or, en réalité, le cavalier a besoin, dans les *virages,* c'est-à-dire toutes les fois qu'il quitte un chemin rectiligne pour s'engager sur une trajectoire courbe, de se pencher du côté de la concavité de cette trajectoire; et il y a lieu d'admettre que le centre de gravité du système, situé à une distance h, ordinairement constante, de la base a de la bicyclette, et presque confondu avec celui du corps du bicycliste, sort alors du plan médian du cadre pour s'en éloigner de petites distances λ, en se portant vers le centre de la courbure $\frac{1}{R}$ de la trajectoire à décrire sur le sol.

» Les petites déformations que s'imprime à cet effet le cavalier, et les variations, plus ou moins complexes, qui en résultent généralement pour l'angle θ d'inclinaison du plan médian du cadre par rapport à la verticale, ont des effets en grande partie faciles à prévoir et à exprimer analytiquement, si l'on admet que ces mouvements du cavalier sur la bicyclette soient rapides, ou comme instantanés, et séparés par des intervalles relativement longs, durant lesquels il restera fixé à la machine.

([1]) *Comptes rendus,* t. CXXVII, p. 843; 28 novembre 1898. Voir aussi le *Journal de Mathématiques pures et appliquées,* t. V, p. 117.

» II. Produits alors par de vives actions et réactions intérieures au système, les mouvements dont il s'agit auront, d'une part, assez peu de durée, pour que l'on puisse y négliger la progression de la bicyclette sur le sol, et, d'autre part, trop peu d'amplitude dans le sens vertical, pour que le travail de la pesanteur y soit sensible. Ils se réduiront ainsi à des rotations de la bicyclette autour de sa base, avec rotations inverses du cavalier accompagnées de déformations; et la loi de la conservation des aires les régira.

» Le cavalier, pour y opérer un petit transport définitif λ du centre de gravité de tout le système hors du plan médian du cadre, pourra, par exemple, y imprimer successivement à ce plan médian deux rotations égales et contraires, qui nécessiteront deux rotations inverses et à aires équivalentes de l'ensemble de son corps. S'il a soin d'abaisser ou de plier un peu celui-ci, pendant sa rotation dirigée vers le centre de la courbure $\frac{1}{R}$ qu'il veut donner à la trajectoire, et, au contraire, de l'élever ou l'étendre durant la rotation inverse, les aires correspondant à la première rotation, décrites par des rayons vecteurs moindres, constitueront des secteurs plus ouverts, ou de plus grand angle, que les aires décrites dans le sens rétrograde; en sorte que, lorsque le cadre aura retrouvé sa première inclinaison θ sur la verticale, le cavalier conservera, par rapport au plan médian, une partie de son déplacement latéral. Et, par suite, le centre de gravité général du système se trouvera bien à une petite distance voulue λ de ce plan médian.

» Nous admettrons d'ailleurs que le cavalier ait repris sa première forme et sa première distance h à l'axe a, afin que la loi des aires donne alors à l'ensemble la même vitesse de rotation $\frac{d\theta}{dt}$ qu'avant la rapide perturbation subie. Sans cela, il y aurait bien (dans l'hypothèse, nullement indispensable, que nous faisons ici pour plus de simplicité) conservation de l'inclinaison θ du cadre, mais non de sa dérivée, dont le changement serait, il est vrai, insignifiant, vu la petitesse supposée de la déformation subie du système.

» Le cavalier restant dès lors fixe sur la selle, les coordonnées relatives b, h, λ du centre de gravité par rapport au cadre persisteront, jusqu'à ce qu'il juge devoir retrouver, par une manœuvre inverse non moins rapide, sa primitive disposition où λ était nul, ou jusqu'à ce qu'il préfère en adopter une nouvelle.

» III. Il importe d'observer que les deux rotations rapides du cadre, égales et contraires, dont il vient d'être question, n'ont rien d'obligé. Elles ne constituent que la manière probablement la plus simple de concevoir comment le centre de gravité du système peut sortir, presque brusquement, du plan médian, sans que l'inclinaison θ de celui-ci, ni sa vitesse d'inclinaison $\frac{d\theta}{dt}$, soient, en définitive, modifiées. Le même but pourrait être atteint par des déformations du système qui n'altéreraient la dérivée $\frac{d\theta}{dt}$, ni, par suite (vu la brièveté du phénomène), l'inclinaison θ, à aucun moment de la perturbation.

» En effet, représentons-nous, exprimées en fonction du temps t, les coordonnées relatives de chaque point matériel du système par rapport au plan médian du cadre, coordonnées définissant la configuration de l'ensemble et appelées i, j, l dans le travail cité plus haut, où elles sont comptées à partir d'un point G qui figurera maintenant, sur le plan médian, non plus le centre de gravité, mais seulement sa situation *habituelle*. Alors, si l'on donne les fonctions i, j, l, le système pourra être construit à tout instant t, pourvu que la place de la base a sur le sol et l'inclinaison θ du plan médian y soient connues. La situation actuelle, à l'époque t, de la base a dépend du mouvement de progression, c'est-à-dire de la vitesse V du bas de la roue motrice et du rayon de courbure R de sa trajectoire, fonctions de t censées à la disposition du cavalier (grâce aux pédales et au guidon). Il suffit ainsi de déterminer les variations successives de θ, et, à cet effet, de former une équation du mouvement d'où soient éliminées à la fois les réactions du sol et les actions intérieures.

» Or l'équation des moments, par rapport à la droite du sol qui coïncide présentement avec la base a, est justement dans ce cas. Elle sera donc la *seule* équation différentielle du mouvement à faire vérifier par les coordonnées, dans l'espace, des points du système. Mais il est naturel qu'on puisse y satisfaire, pendant le court intervalle de temps où i, j, l sont variables, aussi bien en faisant changer convenablement ces innombrables coordonnées relatives i, j, l, et en posant $\frac{d^2\theta}{dt^2} = 0$, qu'en y faisant, au contraire, varier $\frac{d\theta}{dt}$. Et le problème restera très indéterminé, vu la multitude des inconnues i, j, l, si l'on ajoute la condition que le centre de gravité du système éprouve en même temps tel petit déplacement relatif qu'on voudra, notamment le petit écart désiré λ d'avec le plan médian du cadre. Ainsi, le

cavalier doit pouvoir, de bien des manières, déplacer le centre de gravité du système par rapport au plan médian, sans altérer le mouvement actuel de celui-ci.

» IV. Voyons maintenant quelle loi régit le mouvement durant les intervalles de temps, relativement longs, où λ, devenu différent de zéro, ne varie pas.

» Le bras de levier du poids mg de tout le système, c'est-à-dire la distance de cette force à la base a de la bicyclette, n'est plus $h\sin\theta$, mais, évidemment, $h\sin\theta + \lambda\cos\theta$, ou, sensiblement, $h\theta + \lambda$; et, malgré la petitesse du déplacement latéral λ, le moment

$$mg(h\theta + \lambda) \tag{1}$$

du poids se trouve ainsi changé dans un rapport notable, car θ et $h\theta$ sont petits aussi. Au contraire, les autres termes de l'équation des moments, termes dus, en somme, à des inerties où la direction de la verticale ne joue aucun rôle, gardent très sensiblement leurs expressions relatives au cas $\lambda = 0$; car la configuration de l'ensemble est restée à peu près la même. Et leur valeur totale approchée est encore

$$-mh\left(h'\frac{d^2\theta}{dt^2} + b'\frac{d\frac{V}{R}}{dt} + \frac{V^2}{R}\right), \tag{2}$$

où V désigne la vitesse de progression de la bicyclette sur le sol, h' la longueur du pendule formé par le système autour de la base a, et b' la constante, peu différente de b, que définit la formule (6) de la Note citée.

» La somme des deux expressions (1) et (2) étant nulle, on aura donc, en divisant par mhh', l'équation du mouvement, à *cinq* termes,

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} + \frac{b'}{h'}\frac{d\frac{V}{R}}{dt} = \frac{g}{h'}\theta - \frac{V^2}{h'R} + \frac{g}{h'}\frac{\lambda}{h}. \tag{3}$$

» Le déplacement latéral, λ à très peu près, que s'est donné le cavalier sur sa machine ajoute le cinquième terme. Et l'on voit que ce terme, au moment d'un virage, est très propre, en l'absence de toute courbure actuelle $\frac{1}{R}$ de la trajectoire, et à partir d'un état de verticalité parfaite du cadre, à faire naître précisément l'inclinaison positive θ qui motivera une manœuvre du guidon déviant la trajectoire du côté voulu.

» Cet effet se produirait, d'ailleurs, quand bien même la perturbation

initiale, qui a produit l'écart λ, n'aurait pas conservé la verticalité du cadre, ou aurait altéré θ, pourvu qu'elle eût suffi à faire sortir du plan vertical de l'axe a le centre de gravité du système, dans le sens indiqué.

» L'hypothèse que j'ai faite de la constance (au moins en moyenne) de la dérivée $\frac{d\theta}{dt}$ pendant chaque perturbation n'est donc pas nécessaire. Elle offre seulement l'avantage de simplifier le plus possible la transition d'un intervalle à l'autre et, par suite, le calcul de θ.

» V. En résumé, la fonction arbitraire qui doit généralement exprimer, dans l'équation du mouvement de la bicyclette, l'influence des déplacements que s'imprime le cavalier sur la selle, est réduite ici à une suite de valeurs λ constantes, figurant seules, chacune à son tour, dans un cinquième terme de l'équation. Ce terme tend donc à devenir une petite fonction arbitraire du temps, quand les époques des déplacements spontanés du bicycliste se rapprochent de plus en plus. Et l'on peut admettre que les mouvements *moyens* du cadre se confondent alors, sensiblement, avec ce qu'ils seraient sous une certaine action continue du cavalier, savoir, une action donnant lieu aux mêmes écarts successifs λ du centre de gravité du système, à droite ou à gauche du plan médian du cadre, et conservant sans cesse l'expression (2) au moment total des inerties, grâce à des déformations appropriées.

» Du reste, dès que l'action du cavalier devient continue, la petitesse et la lenteur de ces déformations suffisent évidemment, par elles-mêmes, à assurer au moment total des inerties l'expression approchée (2), sauf peut-être dans des cas très exceptionnels. L'équation du mouvement sera dès lors (3), avec θ continu, et il suffira que la suite voulue des écarts λ du centre de gravité se produise effectivement.

» Mais la manière dont le bicycliste devra s'y prendre, pour les réaliser ainsi avec continuité, reste obscure; et c'est par une expérimentation confuse ou de sentiment, comme, d'ailleurs, presque toutes celles d'où sont dérivées nos habitudes premières, qu'il en apprendra la manœuvre ou, plus généralement, qu'il parviendra à régler, d'après les circonstances, la fonction arbitraire par laquelle s'exprime, dans l'équation du mouvement, l'effet de ses déplacements d'ensemble sur la selle.

» Quoi qu'il en soit, l'action totale du cavalier se traduit, on le voit, par trois fonctions arbitraires V, R et λ du temps, en rapport, respectivement, avec les trois manœuvres : 1° des pédales, d'où dépend la vitesse V de progression; 2° du guidon, d'où dépend le rayon R de cour-

bure de la trajectoire; et 3° de l'ensemble du corps sur la selle, d'où dépend le transport, à un moment donné, du centre de gravité du système à droite ou à gauche du plan médian du cadre, pouvant se faire sans que l'inclinaison θ du plan et sa dérivée première $\frac{d\theta}{dt}$ cessent de varier graduellement.

» Cette multiplicité des moyens d'action d'un cavalier un peu expérimenté explique la facilité relative de l'usage de la bicyclette. Le troisième moyen, employé avec une habileté suffisante, doit permettre, en particulier, de suivre sans déviation appréciable un chemin même *rectiligne,* sur lequel la valeur infinie du rayon R rend illusoires les deux premiers, en faisant évanouir les termes de l'équation (3) où figurent V et R. Ce troisième moyen, surtout avec l'aide d'un balancier facilitant les déplacements latéraux λ, suffit bien au funambule, qui n'a guère, lui aussi, comme le bicycliste, que deux points d'appui (et pas d'une manière continue), sur son chemin de corde si étroit et si peu ferme. »

PHYSIQUE. — *Note sur quelques propriétés du rayonnement de l'uranium et des corps radio-actifs;* par M. **Henri Becquerel.**

« Depuis la dernière Note que j'ai présentée à l'Académie, au mois d'avril 1897, sur le rayonnement de l'uranium, divers travaux importants ont été publiés sur cette question. Je rappellerai seulement ceux de Lord Kelvin, de MM. Beattie et Smoluchowski, de M. Rutherford, sur l'uranium, de M. Schmidt qui a reconnu, dans le thorium, des propriétés analogues à celles de l'uranium, et enfin les belles recherches de M. et Mme Curie, qui ont abouti à la découverte de deux matières nouvelles, le polonium et le radium, considérablement plus actives que l'uranium.

» Je me propose de résumer aujourd'hui les résultats que l'on peut déduire de l'examen de plusieurs centaines de clichés photographiques obtenus depuis trois ans, et qui montrent combien ce phénomène de rayonnement est complexe.

» Parmi les propriétés que j'ai signalées au début de mes recherches comme caractérisant ce rayonnement inconnu jusque-là, il en est trois fondamentales qui ont été vérifiées depuis par tous les observateurs; ce sont : la spontanéité du rayonnement, sa permanence et la propriété de rendre les gaz conducteurs de l'électricité.

» L'intensité du rayonnement de l'uranium ne paraît pas subir de changement notable avec le temps. Les composés divers que j'ai enfermés le 3 mai 1896 dans une double boîte en plomb, et qui, depuis lors, sont maintenus à l'abri de tout rayonnement connu, continuent actuellement à impressionner une plaque photographique, à peu près avec la même intensité qu'au début; il semble qu'il y ait eu une légère diminution d'intensité pendant les premiers mois, puis l'intensité paraît s'être maintenue stationnaire. La difficulté d'opérer avec des plaques photographiques d'égale sensibilité, et de les développer dans des conditions identiques ne permet pas de préciser davantage.

» Parmi les autres propriétés que j'avais mentionnées, la polarisation, la réflexion et la réfraction n'ont pas été vérifiées par les divers observateurs qui ont répété ces expériences. Les observations que j'ai faites depuis trois ans n'ont pas confirmé, non plus, mes premières conclusions, et ont montré que les phénomènes étaient plus complexes.

» Grâce à l'obligeance de M. et Mme Curie, j'ai pu, depuis quelques mois, répéter, avec le polonium et le radium, des expériences identiques à celles que j'avais faites avec l'uranium.

» *Polarisation.* — On n'a pu réaliser aucune expérience montrant que le rayonnement de ces corps se polarise. Une première épreuve photographique, que j'ai montrée à l'Académie en mars 1896, avait manifesté une différence d'absorption, au travers de plaques de tourmaline, suivant qu'elles étaient croisées ou parallèles. Une seconde épreuve obtenue quelques semaines plus tard avait donné un résultat dans le même sens, mais toutes les autres expériences ultérieures, soit avec l'uranium, soit avec le radium, ont été négatives. C'est également le résultat auquel sont arrivés les autres observateurs; la seule conclusion qu'on puisse en tirer, c'est que les diverses tourmalines étudiées ne sont pas dichroïques pour ces rayons, si toutefois ceux-ci peuvent être assimilés aux rayons lumineux. Je n'ai pu, du reste, reconnaître la cause pour laquelle mes deux premières épreuves ne sont pas identiques aux épreuves ultérieures.

» *Réflexion.* — Les expériences par lesquelles j'ai essayé de reconnaître si le rayonnement de l'uranium et des autres corps subissait une réflexion m'ont conduit à des résultats intéressants. Dans mes précédentes Notes, j'avais décrit des expériences dont les résultats semblaient d'accord avec l'hypothèse d'une réflexion régulière; ainsi, quand on dispose sur une plaque photographique des fragments de substance active sous un petit tube formant cloche et reposant sur une lamelle de verre, non seulement

la silhouette de la substance apparaît sur la plaque photographique, mais encore le contour du tube et toute la surface intérieure sont impressionnés, moins vivement cependant que la silhouette du corps. Cette expérience, bien des fois répétée, avait été variée, il y a deux ans, de la manière suivante : un tube en verre, en forme d'U renversé, d'environ 2^{cm} de haut, fermé par des lamelles de verre, était placé sur une plaque photographique; d'un côté, dans le tube, se trouvait un morceau d'uranium métallique; un écran en plomb, placé entre les deux branches, empêchait le rayonnement de l'uranium d'agir sur l'autre branche du tube, dans laquelle on ne mettait rien. Au bout de plusieurs jours de pose, on observait, en regard de cette seconde branche, une impression ayant la forme de la surface intérieure du tube, comme si le rayonnement s'était réfléchi sur la partie supérieure de cette cloche coudée. Une expérience analogue, faite en substituant à la cloche coudée un miroir d'acier disposé horizontalement, a donné une impression assez forte manifestant un rayonnement venant du miroir.

» Mais ces expériences, et diverses autres que je ne cite pas ici, ne permettent pas de conclure qu'il y ait réflexion régulière. J'ai répété de nombreuses fois, en la variant, une de mes premières expériences, qui consiste à placer, au-dessus d'un fragment de substance active, un petit miroir concave en étain, donnant de bonnes images optiques, et réglé pour que l'image du fragment de substance se fasse sur la plaque; je n'ai obtenu ainsi l'impression d'aucune image, mais, dans la plupart des cas, la surface du miroir semblait la source d'un nouveau rayonnement, donnant une impression plus forte pour les contours du miroir que pour les régions centrales plus éloignées de la plaque.

» Cette expérience semble favorable soit à l'hypothèse d'une émission de rayons secondaires analogues à ceux que M. Sagnac a découverts pour les corps frappés par les rayons X, soit à l'hypothèse d'une réflexion diffuse.

» Les expériences de M. Schmidt avec le thorium l'ont également conduit à admettre un phénomène de réflexion diffuse.

» J'ai disposé alors de nouvelles expériences pour mettre en évidence cette réflexion irrégulière ou cette émission nouvelle; j'ai employé comme substance active du carbonate de radium; mais, comme cette matière est lumineuse par phosphorescence, il importe d'envelopper les plaques d'un papier noir pour éviter l'action très énergique de ce rayonnement lumineux. On dispose, à quelques millimètres au-dessus d'une plaque photo-

graphique ainsi protégée, un petit cylindre de papier contenant du radium, et sur une feuille très mince de mica, reposant sur la plaque, on place, dans des inclinaisons diverses, des lames de substances variées, des métaux, tels que le cuivre, le plomb, l'étain, le zinc, le bismuth, l'aluminium, du papier, du bois, du verre, de la paraffine, etc.; la feuille de mica a pour objet d'éviter l'effet perturbateur des vapeurs métalliques. Lorsqu'on développe la plaque au bout de plusieurs heures de pose, on constate qu'en face de l'ombre portée par chaque corps il s'est produit sur le bord antérieur une action très énergique émanant nettement de ceux-ci; cette action n'a pas été très différente pour les diverses substances : les métaux polis ou bruts ont donné sensiblement le même effet; la fluorine a manifesté un effet particulièrement énergique.

» Du reste, dans toutes les expériences que j'avais réalisées antérieurement, chaque fois qu'un corps, du verre par exemple, était frappé directement par le rayonnement, les parties frappées, lorsqu'elles étaient très voisines de la plaque, étaient le siège d'un rayonnement notablement plus intense que le rayonnement incident; ce rayonnement ne s'étend qu'à une très petite distance des corps, environ 1^{mm} des points frappés, et cette distance n'a pas augmenté notablement en opérant dans l'air raréfié à la pression de 2^{cm} de mercure. Son intensité porte à croire que l'on est en présence d'un rayonnement secondaire; toutefois, comme ce rayonnement paraît très absorbé par l'air et que, d'autre part, dans les expériences relatées plus haut, on avait observé avec l'uranium des effets de réflexion diffuse au travers de plusieurs centimètres d'air, il est possible que dans les deux cas on soit en présence de rayonnements différents ou même de deux phénomènes distincts : une émission de rayons secondaires et une réflexion diffuse.

» *Réfraction*. — L'étude de la réfraction a conduit également à des expériences contradictoires. Dans les épreuves que j'ai obtenues depuis trois ans avec l'uranium, j'ai constamment observé le résultat suivant, qui se reproduit, du reste, avec le thorium et le radium.

» Lorsque la substance active est placée sur une lamelle de verre, soit directement, soit enfermée dans un tube de verre ou de papier, et que la lamelle est posée soit directement sur la plaque photographique, soit sur celle-ci protégée du rayonnement lumineux par une feuille de papier noir ou une mince lame d'aluminium, ou encore quand la lamelle est maintenue à une petite distance de la plaque sans la toucher, on observe, en développant l'épreuve, que la silhouette de la lamelle de verre apparaît

bordée à l'extérieur d'une bande blanche, qui apparaît comme une ombre portée par les faces verticales de la lamelle, les parties où les ombres se croisent étant plus blanches que les autres; l'impression photographique est parfois très vive au delà de cette bande. Elle est d'autant plus large que la lame de verre est plus épaisse, que le rayonnement est plus incliné par rapport à la lame ou que celle-ci est plus éloignée de la plaque sensible; elle est alors notablement plus diffuse. Tous ces caractères correspondent à une ombre portée: on les reproduit avec la lumière en plaçant sur la lamelle un corps lumineux par phosphorescence, par exemple avec le rayonnement lumineux du sulfure de calcium ou du carbonate de radium, et, dans ce cas, on constate que la lumière est réfractée par les bords de la lame et réfléchie totalement sur les faces verticales. Il était naturel de penser que les apparences obtenues au travers du papier noir ou de l'aluminium pouvaient être dues à des phénomènes de réfraction et de réflexion analogues. Toutes les substances transparentes pour le rayonnement des corps radio-actifs, lorsqu'elles sont en lames terminées par des faces verticales, ont donné le même phénomène; je citerai le mica, le soufre, la paraffine, le cuivre, l'aluminium, le bord d'une feuille de papier noir ou d'une carte.

» L'explication donnée ci-dessus ne pourrait être acceptée qu'à la condition de vérifier qu'il est possible de dévier le rayonnement étudié par un prisme d'une substance transparente. Or, l'expérience montre que le rayonnement passe sans déviation appréciable au travers de prismes de verre ou d'aluminium.

» Voici quelques-unes des dispositions qui m'ont permis de constater ce fait :

» Deux petits prismes rectangles isoscèles en crown de 4^{mm} de hauteur ont été fixés par leurs faces hypoténuses sur une lamelle de verre, de manière à avoir une arête commune; ils reposaient ensuite sur la plaque photographique par les arêtes de leur dièdre droit, leurs faces hypoténuses étant tournées vers le haut et horizontales. Au-dessus de l'arête commune, à 10^{mm} environ de la plaque de verre, était disposé parallèlement à cette arête, un petit tube de verre de moins de 1^{mm} de diamètre, plein de carbonate de radium. Dans ces conditions, il est facile de constater que la lumière émise par la phosphorescence du carbonate de radium ne passe pas entre les deux prismes et est réfractée aux travers des faces extérieures dont l'angle est de 45°. Si l'on arrête le rayonnement lumineux par une

feuille de papier noir ou par une feuille d'aluminium, le phénomène est tout autre, et l'impression photographique montre que le rayonnement actif passe sans déviation, avec absorption progressive correspondant à l'épaisseur progressive de la matière des prismes.

» On a encore disposé l'expérience suivante. Au travers d'une lame de plomb de 3^{mm} à 4^{mm} d'épaisseur, on a pratiqué une fente oblique par laquelle pouvait passer le rayonnement d'un tube très fin de matière radiante, parallèle à la fente. Celle-ci était partiellement recouverte, de l'autre côté de la lame, par des prismes de diverses matières, prisme de verre à 45°, prismes d'aluminium et de cuivre de 30° environ. On recevait sur une plaque photographique le rayonnement ayant traversé la fente et les prismes, et au travers du verre ou de l'aluminium, il n'y a pas eu apparence de déviation sensible dans l'image rectiligne obtenue. Cette expérience est analogue à une expérience de M. Rutherford, qui lui a donné le même résultat négatif. Ces dernières expériences paraissent décisives, et il reste à avoir l'explication des faits que j'ai mentionnés d'abord.

» *Absorption.* — Au cours des diverses expériences qui viennent d'être indiquées, on a reconnu que les rayonnements émanés de diverses substances radiantes sont non seulement inégalement intenses, mais encore sont très inégalement absorbables par les divers corps qu'ils peuvent traverser. L'uranium et le radium émettent des radiations qui traversent à peu près les mêmes substances, le second corps étant considérablement plus actif que le premier. Les radiations du polonium au contraire se distinguent par leur absorption très notable; elles traversent très mal le papier, si facilement traversé par le rayonnement du radium; une lame de mica extrêmement mince les affaiblit considérablement, tandis que la même lame affecte beaucoup moins le rayonnement du radium. Ce dernier traverse des lames de quartz et de spath, tandis que les rayons du polonium ne les traversent pas. Au travers d'une feuille d'aluminium battu, le polonium est considérablement plus actif que l'uranium; au travers d'une plaque de 2^{mm} d'aluminium, l'uranium est notablement plus actif que le polonium. On pourrait multiplier ces exemples, qui s'étendent aux rayons émis par le thorium.

» Les différences dans l'absorption paraissent être jusqu'ici dans cet ordre de phénomènes, la seule indication qui permette de caractériser des rayonnements de nature différente.

» En résumé, le rayonnement des corps radio-actifs présente des carac-

tères qui le rapprochent plus des rayons X que de la lumière ordinaire. La constatation d'effets analogues aux rayons secondaires accentue ce rapprochement.

» Parmi les faits inexpliqués que l'on rencontre dans cette étude, l'un des plus singuliers est l'émission spontanée d'un rayonnement sans cause connue. S'il était démontré que ce rayonnement ne correspond pas à une dépense d'énergie, on pourrait comparer l'état de l'uranium à celui d'un aimant, qui a été amené à cet état par une dépense préalable d'énergie et qui s'y maintient ensuite indéfiniment, en entretenant autour de lui un champ où l'on peut produire des transformations d'énergie. On pourrait encore comparer l'état de l'uranium à celui des corps phosphorescents par la chaleur, qui semblent garder indéfiniment l'énergie lumineuse qui leur a été donnée. Mais les réductions des substances photographiques et l'excitation de la phosphorescence des platino-cyanures, observée par M. et M[me] Curie, avec le polonium et le radium sont des phénomènes qui nécessitent une dépense d'énergie dont on ne voit pas la source ailleurs que dans la substance radio-active. Comme cette dépense d'énergie est extrêmement faible, il ne serait pas contraire à ce que nous savons sur la phosphorescence, de supposer que ces substances ont une réserve d'énergie relativement considérable qu'elles peuvent émettre, par rayonnement, pendant des années, sans affaiblissement sensible; toutefois il n'a pas été possible de provoquer par des influences physiques aucune variation appréciable dans l'intensité de cette émission. »

MÉCANIQUE CHIMIQUE. — *Sur l'aptitude explosive de l'acétylène mélangé à des gaz inertes;* par MM. **Berthelot** et **Vieille**.

« L'emploi de l'acétylène comme agent d'éclairage a conduit à rechercher les conditions propres à en diminuer les propriétés explosives. Ces propriétés sont de deux ordres : les unes spéciales à l'acétylène pur, ou mélangé avec des gaz non comburants, les autres communes à tous les gaz combustibles, mélangés d'air ou d'oxygène. Nous nous occuperons seulement des premières. Ainsi que nous l'avons établi dans une suite de recherches antérieures (¹), elles résultent du caractère endothermique de

(¹) *Annales de Phys. et Chim.* 7e série, t. XI, p. 51; 1897, et t. XIII, p. 5-30; 1898. — *Sur la force des matières explosives*, t. I, p. 109; 1883.

l'acétylène, c'est-à-dire de la chaleur dégagée par sa décomposition en éléments; le cyanogène et, dans une mesure plus restreinte, l'éthylène offrent le même caractère; mais ils ne sont pas entrés jusqu'ici dans la pratique de l'éclairage.

» Parmi les conditions susceptibles de diminuer les propriétés explosives des systèmes dégageant de la chaleur, lors de leur mise en réaction, l'une de celles que la théorie indique tout d'abord consiste à les mélanger avec une matière non explosive, susceptible d'amoindrir à la fois la condensation du système explosif, tel que l'acétylène, et la température développée par sa décomposition. En effet la condensation tend en général à rendre les réactions exothermiques plus rapides à température constante, et l'élévation de température les accélère également, suivant une loi exponentielle (1). Une troisième circonstance, également favorable dans une certaine mesure, peut être réalisée si l'on emploie comme corps additionnel un composé exothermique, susceptible d'être détruit par les énergies calorifiques mises en jeu dans la destruction de l'acétylène, en consommant une fraction de ces énergies : c'est ce que nous avons établi pour l'acétone, mis en œuvre comme dissolvant de l'acétylène (2).

» Ajoutons enfin que ces diverses influences des corps additionnels peuvent être exercées d'une façon avantageuse pour l'éclairage, si l'on dilue l'acétylène avec des matières douées elles-mêmes de facultés éclairantes, facultés qui seront exaltées par une addition convenable d'acétylène.

» C'est ainsi que nous avons été conduits à examiner les propriétés explosives de mélanges gazeux, formés les uns d'acétylène et d'hydrogène, les autres, d'acétylène et de gaz d'éclairage, en diverses proportions.

» Nous rappellerons d'abord que nous avons montré, dans des communications précédentes, comment l'aptitude de l'acétylène gazeux à propager une décomposition, excitée en un de ses points, était rapidement variable avec la pression. Cette même propriété se retrouve, ainsi qu'on devait s'y attendre, dans les mélanges de l'acétylène avec les gaz inertes. Il semblait donc indiqué de rechercher s'il existe une pression limite, bien définie, entre les mélanges explosifs et ceux qui ne le sont pas.

» En fait, dans ce cas, comme dans la plupart des réactions explosives, nous avons reconnu qu'il n'existe pas de pression critique déterminée,

---

(1) *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 92-95; d'après les recherches de l'un de nous sur les éthers (1862).

(2) *Annales de Phys. et Chim.*, 7e série, t. XIII, p. 18.

au-dessus de laquelle la propagation soit assurée et au-dessous de laquelle elle soit impossible. Tout ce que l'expérience permet de définir, c'est une zone plus ou moins étendue de pressions, zone dans laquelle la probabilité de propagation varie avec une extrême rapidité.

» La détermination de cette zone de passage est la seule donnée expérimentale qui présente quelque valeur, lorsqu'il s'agit d'évaluer le degré de sécurité que peut présenter une installation industrielle, comportant l'emploi de ces mélanges. On conçoit en effet que, si multipliés que soient les essais, il est impossible d'obtenir par leur nombre seul et pour une condition unique d'expérience donnée, une garantie absolue de sécurité concernant une exploitation régulière, où les réitérations des phénomènes s'opèrent par millions.

» Lorsque, au contraire, les essais de laboratoire ont circonscrit la région dans laquelle s'effectue, suivant une loi régulière, le passage d'une probabilité de propagation très voisine de l'unité jusqu'à une probabilité très petite, il devient possible de définir d'une façon raisonnable le coefficient de sécurité d'une opération, d'après l'écart entre les conditions industrielles adoptées et les conditions franchement dangereuses.

» C'est à ce point de vue que nous avons étudié divers mélanges d'acétylène et de gaz inertes, dont l'emploi a été proposé pour l'éclairage. Les résultats suivants concernent, ainsi que nous l'avons dit plus haut, les mélanges en proportions variables de l'acétylène avec le gaz d'éclairage ordinaire de Paris et avec le gaz hydrogène.

» *Exécution des essais.* — Le mélange était préparé sous la pression ordinaire, dans un gazomètre à cuve annulaire, de 100^{lit} de capacité. Le mélange était aspiré, refoulé et comprimé par une pompe Golaz, dans une éprouvette en acier, munie d'un appareil crusher pour la mesure des pressions, et d'un dispositif d'allumage par fil métallique, porté à l'incandescence au moyen d'un courant électrique. Cette éprouvette est isolée de la pompe et du manomètre, au moyen d'un robinet à pointeau. Il est bon d'interposer un flacon laveur à eau, de très petites dimensions, entre la grande cuve et la pompe de compression, afin de prévenir tout risque de propagation *a retro* de la flamme et de l'explosion jusqu'au gazomètre.

» Lorsque la réaction a eu lieu, l'éprouvette est retrouvée pleine d'un charbon poreux, dont nous avons étudié ailleurs les caractères. Le manomètre crusher indique, d'autre part, une pression supérieure à la pression initiale de chargement : ce qui est une conséquence générale de toute réaction exothermique, opérée à volume constant. Le coefficient

d'accroissement des pressions est toutefois variable avec la composition du mélange et la pression initiale, en raison de la vitesse variable des réactions et de l'influence du refroidissement.

» Alors même que la réaction, déterminée sur un point, ne se propage pas dans toute la masse, les résultats de l'essai ne sont pas purement négatifs. Le fil incandescent est retrouvé couvert de charbon, et l'importance de la végétation charbonneuse qui le recouvre permet, dans une certaine mesure, d'apprécier la tendance que le mélange présente à propager la réaction et d'abréger les essais destinés à localiser la zone des pressions dangereuses.

» Voici les Tableaux de nos expériences : ils permettent d'acquérir quelques notions générales, fort intéressantes pour la théorie comme pour la pratique.

» Dans la première colonne, on indique les pressions initiales;

» Dans la seconde colonne, les pressions réalisées au moment de l'explosion.

» La troisième colonne donne le rapport de ces pressions.

» La quatrième colonne se rapporte au volume de l'acétylène, rapport qui ne répond pas d'ailleurs au calcul théorique des pressions.

» La cinquième colonne renferme des remarques relatives aux expériences.

» Enfin, dans les sixième et septième colonnes, nous avons cru utile d'indiquer les pressions et températures d'explosion théoriques, calculées par les formules suivantes :

Q étant la chaleur développée à volume constant, soit $51^{Cal},400$ pour la décomposition en éléments du poids qui répond au volume moléculaire de l'acétylène, $C^2H^2 = 26^{gr}$,

T la température correspondante, comptée depuis le zéro ordinaire,

K la chaleur spécifique, à volume constant, des produits finaux, résultant du système mis en expérience, c'est-à-dire du carbone et de l'hydrogène, dans les cas les plus généraux,

P la pression finale,

p la pression initiale.

» On a les relations connues

$$T = \frac{Q}{K}; \qquad P = p\left(1 + \frac{T}{273}\right),$$

c'est-à-dire, d'après la valeur de $Q = 51^{Cal},400$ (rapportée au carbone amorphe),

$$\frac{P}{p} = 1 + \frac{188,3}{K}.$$

» Dans le cas où le gaz additionnel serait un gaz composé, formé avec un dégagement de chaleur q et susceptible d'être détruit au moment de l'explosion, il faudrait remplacer dans ce calcul Q par $Q - q$.

» Soit 1 molécule d'acétylène C^2H^2, mélangée avec 1 molécule de formène, CH^4, par exemple, alors $q = 22,2$ (carbone amorphe), et

$$Q - q = 29^{Cal},200; \qquad \frac{P}{p} = 1 + \frac{106,8}{K},$$

» Mais ce calcul ne donne des valeurs applicables à des réactions possibles que pour le cas où la dose de formène décomposée est peu considérable; pour un mélange $C^2H^2 + 2,5\,CH^4$ par exemple, il devrait y avoir absorption de chaleur.

» K est la somme des chaleurs spécifiques des produits finaux, c'est-à-dire de l'hydrogène et du carbone. Or, dans les cas que nous allons envisager, la chaleur spécifique moléculaire à volume constant de l'hydrogène, H^2, est de la forme $4,8 + aT$; celle du carbone, C^2, $8,4 + bT$ (1).

» Rappelons que la détonation de l'acétylène pur, d'après ces formules, développerait une température de 2750° et une pression de 11 atmosphères environ. L'expérience a donné 10 atmosphères pour les mélanges les plus condensés (pression initiale, 21^{kg}), c'est-à-dire pour ceux où l'influence du refroidissement est la plus petite.

» Afin de simplifier, et dans une première approximation plus applicable aux mélanges actuels, nous adopterons pour H^2 : $K = 5,4$; pour C^2 : $K' = 9,0$, valeurs calculées pour la température de 2000°, lesquelles suffisent aux comparaisons générales (2).

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XIII, p. 8.

(2) Pour l'acétylène pur, elles fourniraient une valeur un peu trop forte, soit 14 atmosphères, celle des chaleurs spécifiques étant évaluée trop haut, comme les formules l'indiquent d'ailleurs; mais la température est abaissée dans les cas que nous examinons ici, en présence des gaz étrangers.

Première série.

Mélange : { 25 acétylène en volume. 75 hydrogène.

Pressions initiales absolues en kilogrammes par centimètre carré.	Pressions finales en kilogrammes par centimètre carré.	Coefficient d'accroissement des pressions moyen.	Coefficient d'accroissement des pressions rapporté à l'acétylène.	Observations.	Rapport des pressions calculées.	Température calculée.
41kg,3	145kg,6	3,51	14,0	propagation éprouvette pleine de charbon	7,2	1680°
41,3	147,8					
30,9	105,0	3,39	13,6			
20,6	63,0	3,05	12,20			
20,6	61,5					
10,3	non propagation	2,14	8,56	3 propagations sur 6 expériences filaments charbonneux dans les cas de non propagation.		
10,3	id.					
10,3	20,6					
10,3	23,4					
10,3	22,1					
10,3	non propagation					
7,2	non propagation	»	»	Dépôt charbonneux sur le fil.		
7,2	id.					
7,2	id.					
7,2	id.					
7,2	id.					
7,2	id.					

Mélange : { 25 acétylène en volume. 75 gaz d'éclairage (Ville de Paris).

Pressions initiales absolues en kilogrammes par centimètre carré.	Pressions finales en kilogrammes par centimètre carré.	Coefficient d'accroissement des pressions moyen.	Coefficient d'accroissement des pressions rapporté à l'acétylène.	Observations.	Rapport des pressions calculées.	Température calculée.
40kg,2	non propagation	2,66	10,64	Très léger dépôt charbonneux sur le fil. Les 2 derniers essais amorcés par le fulminate de mercure.	4,2	848°
40,2	id.					
40,2	107kg,0					
40,2	non propagation					
40,2	id.					
40,2	id.					

Deuxième série.

Mélange : { 33,3 acétylène. 66,6 hydrogène.

Pressions initiales absolues en kilogrammes par centimètre carré.	Pressions finales en kilogrammes par centimètre carré.	Coefficient d'accroissement de pression moyen.	Coefficient d'accroissement de pression rapporté à l'acétylène.	Observations.	Rapport des pressions calculées.	Température calculée.
10,3 kg	29,8 kg	2,86	8,58	5 propagations sur 5 expériences	8,5	2048°
10,3	29,8					
10,3	29,8					
10,3	28,7					
10,3	29,8					
7,2	non propagation	»	»	1 propagation sur 6 expériences		
7,2	11kg,0					
7,2	non propagation					
7,2	id.					
7,2	id.					
7,2	id.					
4,1	id.	»	»	pas de propagation sur 5 expériences		
4,1	id.					
4,1	id.					
4,1	id.					
4,1	id.					

Mélange : { 33,3 acétylène. 66,6 gaz d'éclairage.

Pressions initiales	Pressions finales	Coefficient moyen	Coefficient rapporté à l'acétylène	Observations	Rapport des pressions calculées	Température calculée
29,9 kg	112,5 kg	3,68	11,04	4 propagations sur 4 essais	5,1	1090°
29,9	109,5					
29,9	108,2					
29,9	< 123					
21,1	67,8	3,35	10,15	4 propagations sur 4 essais		
21,1	70,7					
21,1	72,1					
21,1	72,1					
12,4	non propagation	»	»	pas de propagation sur 5 essais léger dépôt charbonneux sur le fil		
12,4	id.					
12,4	id.					
12,4	id.					
12,4	id.					

Troisième série.

Mélange : { 50 acétylène. 50 hydrogène.

Pressions initiales absolues en kilogrammes par centimètre carré.	Pressions finales en kilogrammes par centimètre carré.	Coefficient d'accroissement des pressions moyen.	Coefficient d'accroissement des pressions rapporté à l'acétylène.	Observations.	Rapport des pressions calculées.	Température calculée.
kg 41,3	kg 221,0	5,55	11,0		10,8	2590°
41,3	241,0					
22,6	110,4	4,9	9,8			
6,2	14,8	2,7	5,4	5 propagations sur 5 essais		
6,2	18,0					
6,2	14,8					
6,2	26,2					
6,2	12,6					
4,1	non propagation	2,6	5,2	2 propagations sur 6 essais		
4,1	id.					
4,1	11,0					
4,1	11,0					
4,1	non propagation					
4,1	id.					
3,1	non propagation	»	»	pas de propagation sur 5 essais léger dépôt charbonneux sur le fil		
3,1	id.					
3,1	id.					
3,1	id.					
3,1	id.					

Mélange : { 50 hydrogène. 50 gaz d'éclairage (Ville de Paris).

Pressions initiales absolues en kilogrammes par centimètre carré.	Pressions finales en kilogrammes par centimètre carré.	Coefficient d'accroissement des pressions moyen.	Coefficient d'accroissement des pressions rapporté à l'acétylène.	Observations.	Rapport des pressions calculées.	Température calculée.
kg 12,4	kg 49,0	3,79	7,58	éprouvette remplie de charbon	7,2	1700°
12,4	50,0				si le formène est supposé décomposé entièrement, on aurait	
12,4	(23,4)					
12,4	42,0				4,6	980°

Pressions initiales absolues en kilogrammes par centimètre carré.	Pressions finales en kilogrammes par centimètre carré.	Coefficient d'accroissement de pression moyen.	Coefficient d'accroissement de pression rapporté à l'acétylène.	Observations.	Rapport des pressions calculées.	Température calculée.
7,2	11,0					
7,2	18,0			éprouvette remplie de charbon		
7,2	18,0					
7,2	22,2					
7,2	non propagation			8 propagations sur 12 essais		
7,2	id.	2,68	5,36			
7,2	19,6					
7,2	non propagation			champignon charbonneux sur le fil		
7,2	id.					
7,2	19,6					
7,2	18,2					
7,2	22,7					
4,1	non propagation					
4,1	id.					
4,1	id.	»	»			
4,1	id.					
4,1	id.					

» Comparons, maintenant, les données expérimentales entre elles et avec les chiffres calculés :

» 1° Pour tous les mélanges examinés l'accroissement proportionnel de la pression est d'autant plus faible que la pression initiale est moindre : ce qui accuse l'influence d'un refroidissement croissant exercé par les parois, à la fois en raison de la masse relative moindre des gaz intérieurs et de la durée plus grande du phénomène explosif.

» Même dans le cas du mélange le plus riche en acétylène et le plus condensé ($41^{kg},3$) la pression observée avec l'hydrogène n'a été que la moitié de la pression calculée; et le chiffre est tombé au quart avec le mélange limite étudié, c'est-à-dire avec celui où l'explosion, sous une pression initiale de 10^{kg}, ne se propageait plus qu'une fois sur trois.

» De même, avec le mélange à volumes égaux d'acétylène et de formène. Ici l'intervalle entre le calcul et l'expérience est cependant moindre, circonstances qui semblent indiquer que la décomposition du formène a dû être faible ou nulle dans ces conditions.

» Observons encore que les mélanges les plus riches en acétylène sont à peu près les seuls qui aient fait explosion sous les faibles pressions; mais

aussi ce sont ces mélanges qui ont fourni les plus grandes irrégularités des pressions finales, répondant à un même système initial; circonstance attribuable, ainsi qu'il a été dit plus haut, à la condensation moindre des mélanges gazeux, laquelle tend à la fois à ralentir la réaction et à exagérer l'influence du refroidissement, parce que la masse du mélange gazeux devient plus petite, par rapport à celle de l'éprouvette qui le renferme.

» 2° On voit par là que la température moyenne des produits des systèmes, formés au début à volumes égaux, doit être fort inférieure, au moment de l'explosion, à la température calculée : elle serait réduite à peu près à moitié avec l'hydrogène; la réduction étant un peu moindre avec le gaz d'éclairage.

» Poussons plus loin les conséquences des nombres observés. Dans la troisième série, par exemple, le rapport entre la pression finale observée et la pression initiale tombe, avec les condensations les plus faibles, vers 2,7 : ce qui signifie que la température moyenne des systèmes, au moment où ces pressions ont été observées, était voisine de 350°. Or, c'est là une température incapable de déterminer l'explosion de l'acétylène, ou ce qui est la même chose, de la propager. Il est clair que, pour ces conditions, l'explosion n'a dû être que partielle et lentement propagée, dans une certaine zone entourant le fil métallique incandescent qui l'a provoquée.

» 3° La propagation de l'explosion cesse d'avoir lieu vers une limite de pression initiale d'autant plus élevée, que le mélange est moins riche en acétylène. Cette limite était située vers 4^{kg}, avec le mélange à volumes égaux d'hydrogène; vers 7^{kg}, avec le mélange renfermant deux tiers d'hydrogène; vers 10^{kg}, avec le mélange qui contient 3 volumes d'hydrogène pour 1 volume d'acétylène.

» Pour les mélanges formés avec le gaz d'éclairage, les pressions limites sont encore plus hautes : soit 7^{kg} à volumes égaux; supérieures à 12^{kg} pour les deux tiers de gaz inerte; enfin voisines de 40^{kg} pour le mélange qui contient seulement un quart d'acétylène.

» Ces limites pourraient être abaissées, surtout pour les faibles pressions, si l'on opérait avec des récipients d'une capacité considérable, dans lesquels la température de la masse centrale du gaz n'aurait pas le temps d'être refroidie au contact des parois.

» En admettant les valeurs observées, les nombres de la série I montrent que la probabilité d'explosion $[\frac{1}{2}]$ se rencontre vers la pression de 10^{kg}, avec l'hydrogène, et vers celle de 45^{kg} seulement, avec le gaz d'éclairage ordi-

naire, dans les mélanges renfermant 25 pour 100 d'acétylène en volume.

» Les nombres de la série II montrent que la probabilité d'explosion [$\frac{1}{2}$] s'obtient vers la pression de 8^{kg}, avec l'hydrogène, et vers la pression de 17^{kg}, avec le gaz d'éclairage, dans les mélanges renfermant 33 pour 100 d'acétylène en volume.

» Les données de la série III conduisent à attribuer la probabilité d'explosion [$\frac{1}{2}$] à une pression voisine de $4^{kg},5$, pour l'hydrogène, et de $6^{kg},5$, pour le gaz d'éclairage, dans les mélanges renfermant 50 pour 100 d'acétylène en volume.

» Le risque sera donc toujours diminué par la présence du gaz d'éclairage, c'est-à-dire d'un gaz riche en formène, composé décomposable avec absorption de chaleur.

» En résumé, ces premiers exemples suffisent à établir que les pressions limites, assurant l'explosibilité des mélanges d'acétylène et des gaz inertes, convergent avec une extrême rapidité vers les valeurs correspondant à l'acétylène pur, au fur et à mesure que la teneur de ce gaz dans les mélanges augmente.

» La loi de cette croissance est essentiellement variable avec la nature du gaz inerte utilisé; le choix de ce dernier gaz joue donc un rôle important dans la sécurité d'emploi, aussi bien que dans les questions pratiques de rendement lumineux et de prix de revient.

» Les gaz décomposables avec absorption de chaleur paraissent aptes à diminuer le risque d'explosion de l'acétylène auquel ils sont mélangés, en absorbant pour leur propre compte une portion de l'énergie interne du composé endothermique et explosif. Mais, par là même, ils abaissent la température développée dans la décomposition propre de l'acétylène, aussi bien que dans sa combustion, et ils en amoindrissent dès lors, dans une certaine mesure, les propriétés éclairantes. C'est entre ces deux ordres de phénomènes que l'industrie doit se tenir, en recherchant les conditions à la fois les moins périlleuses pour la pratique et les plus favorables pour l'éclairage. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Préparation et propriétés du phosphure de calcium cristallisé*. Note de M. **Henri Moissan**.

« On sait qu'en faisant réagir la vapeur de phosphore sur la chaux portée au rouge, Paul Thenard a obtenu un produit amorphe de couleur

rouge cinabre dont la composition répondait à la formule brute P^2CaO (¹). Ce nouveau corps, qu'il a appelé *phosphure de chaux*, se décomposait en présence de l'eau, et cette réaction lui a permis d'établir l'existence et les propriétés des différents hydrures de phosphore. Antérieurement Dulong avait indiqué une méthode générale de préparation des phosphures par l'action de la vapeur de phosphore sur le métal. Ces expériences avaient été reprises par Vigier.

» Ce dernier procédé n'était applicable à la préparation du phosphure de calcium qu'à la condition d'avoir du métal pur, ce qui n'avait pas été réalisé avant nos recherches.

» *Préparation du phosphure de calcium cristallisé au four électrique.* — Le phosphure de calcium peut se préparer au four électrique par la réduction du phosphate tricalcique au moyen du charbon. Seulement cette préparation exige quelques précautions, à cause de la décomposition relativement facile du phosphure de calcium à la haute température du four électrique.

» Nous avons préparé tout d'abord du phosphate tricalcique pur par précipitation. Ce composé après dessiccation a été calciné au four Perrot, puis réduit en poudre fine, enfin mélangé de charbon dans la proportion suivante :

Phosphate tricalcique	310
Noir de fumée	96

» Cette poudre a été additionnée d'une petite quantité d'essence de térébenthine de façon à l'agglomérer par compression sous forme de petits cylindres. Ces derniers sont ensuite calcinés au four Perrot, au milieu d'une brasque de noir de fumée.

» Le mélange intime de phosphate de calcium et de charbon est enfin placé dans le creuset du four électrique et soumis pendant quatre minutes à l'action d'un arc de 950 ampères sous 45 volts.

» Après refroidissement, on retire du creuset une masse fondue qui ne doit pas être adhérente aux parois, ce qui n'a lieu que lorsque la chauffe n'a pas été trop prolongée. Dans ce dernier cas, la masse de phosphure de calcium sera souillée, sur le pourtour, d'une petite quantité de carbure de calcium. Au contraire, si la chauffe a été insuffisante, le phosphure est

(¹) P. Thenard, *Sur les combinaisons du phosphore avec l'hydrogène* (*Annales de Ch. et de Ph.*, t. XIV, p. 12; 1845).

mélangé de phosphate fondu non réduit, au milieu duquel on distingue nettement des cristaux rouges de phosphure.

» Pendant cette préparation au four électrique, il ne se dégage qu'une très petite quantité de vapeurs de phosphore. Mais si l'on continue de chauffer, lorsque la réduction est complète, le phosphure de calcium formé est décomposé à son tour, le phosphore distille en abondance et sa vapeur brûle à la sortie du four. Finalement, le calcium s'unit au carbone et il ne reste que du carbure de calcium ne renfermant qu'une très petite quantité de phosphure.

» Ainsi que nous le faisons remarquer plus haut, lorsque l'on veut avoir du phosphure de calcium pur par ce procédé, il est important de ne pas chauffer trop longtemps.

» On peut encore obtenir ce phosphure de calcium fondu, en chauffant au four électrique, dans un creuset de charbon, le *phosphure de chaux* de P. Thenard préparé par l'action d'un grand excès de vapeurs de phosphore sur la chaux maintenue au rouge. Avec un arc de 800 ampères sous 50 volts, la fusion se fait en sept ou huit minutes. Il reste une masse bien fondue, rouge foncé, souillée de carbure de calcium.

» *Préparation du phosphure de calcium amorphe par union directe du phosphore et du calcium.* — Pour réaliser cette synthèse, on prend un tube de verre de Bohême fermé à l'une de ses extrémités et au fond duquel a été disposée une notable quantité de phosphore rouge bien sec. Une nacelle de porcelaine placée dans la partie antérieure du tube renferme le calcium sous forme de petits cristaux. Le vide est fait dans cet appareil, puis l'on chauffe, vers le rouge sombre, le calcium, sur lequel on fait arriver lentement la vapeur de phosphore. Une incandescence se produit et bientôt le métal est entièrement transformé en phosphure.

» Ce dernier composé répond à la même formule que le phosphure obtenu au four électrique, ainsi que nous l'établirons plus loin.

» *Propriétés.* — Le phosphure de calcium, préparé au four électrique, ou par union directe des deux corps simples, possède la même coloration lorsqu'on l'examine au microscope en poudre fine. Il se présente en fragments d'un rouge brun dont la couleur est voisine de celle de l'azoture de calcium. Lorsqu'il a été préparé au four électrique, il possède une cassure cristalline, et de plus, lorsque la réduction n'a pas été complète, on rencontre des cristaux nettement formés, de couleur rouge foncé, au milieu du phosphate fondu.

» Le phosphure de calcium est difficilement fusible ; nous ne l'avons

fondu qu'au moyen du four électrique. Dans la combinaison du phosphore avec le calcium, combinaison qui se produit toujours avec incandescence, on n'obtient jamais qu'une masse amorphe.

» A la température de ramollissement du verre de Bohême, le phosphure de calcium se dissocie lentement dans le vide. Le départ d'une petite quantité de vapeurs de phosphore est très net. La tension de dissociation n'atteint que quelques millimètres.

» Sa densité à $+15^{\circ}$ est de 2,51.

» A 900°, le phosphure de calcium n'est pas sensiblement altéré dans une atmosphère d'hydrogène.

» Le chlore ne réagit point à froid sur le phosphure de calcium, mais il suffit de chauffer légèrement à une température voisine de 100° pour déterminer le commencement de la réaction qui se poursuit ensuite avec une vive incandescence. Il se forme du chlorure de calcium et des vapeurs de chlorure de phosphore. L'action du brome est, en tous points, comparable à l'action du chlore et la vapeur d'iode attaque ce phosphure vers le rouge sombre.

» La combustion du phosphure de calcium dans l'oxygène se produit vers 300° avec une vive incandescence. Il se forme de la chaux et de l'anhydride phosphorique. Le soufre réagit de même vers 300°. La décomposition du phosphure se fait encore avec un grand dégagement de chaleur, production d'un sublimé jaune, et formation de sulfure de calcium.

» L'action de l'azote sur le phosphure de calcium nous a semblé particulièrement intéressante. En effet, si l'azote pouvait chasser le phosphore de cette combinaison on passerait avec facilité du phosphure à l'azoture de calcium. Nous avons démontré précédemment que l'azoture de calcium se décomposait facilement au contact de l'eau en donnant de l'ammoniaque, réaction susceptible d'applications industrielles. Mais la chaleur de formation du phosphure de calcium paraît plus élevée que celle de l'azoture, car tous nos essais, jusqu'à la température de 900°, ont été infructueux.

» Le phosphure de calcium chauffé, dans une atmosphère d'azote à 900° n'a pas varié de poids et n'a pas donné ensuite une quantité notable d'ammoniaque par sa décomposition par l'eau.

» A 1200°, l'azote se fixe partiellement sur le calcium, avec départ d'une petite quantité de phosphore, mais la réaction est loin d'être complète et le résidu en présence de l'eau fournit un mélange d'ammoniaque et d'hydrogène phosphoré, ce dernier en grand excès. On se trouve ici en présence d'une dissociation du phosphure de calcium.

» Chauffé dans la vapeur d'arsenic à la température de fusion du verre, le phosphure de calcium n'a pas été attaqué.

» Le bore et le carbone sont sans action à la température de 700°. Dans le four électrique, il n'en est plus de même et le carbone chasse le phosphore du phosphure de calcium pour produire du carbure de calcium fondu.

» Les hydracides gazeux réagissent avec énergie sur le phosphure de calcium. Le gaz acide chlorhydrique l'attaque avec incandescence au rouge.

» Vers 700°, l'hydrogène sulfuré ne produit pas d'attaque sensible. Il en est de même du gaz ammoniac.

» La réaction de l'eau sur ce corps est très importante. Au contact de l'eau froide, le phosphure de calcium est de suite décomposé avec formation d'hydrate de chaux et de gaz hydrogène phosphoré. Si le phosphure de calcium est en fragments cristallins, l'hydrate de chaux qui se produit ralentit la réaction. Au contraire, si le phosphure est en poudre, la réaction est violente.

» Lorsque le phosphure a été suffisamment chauffé au four électrique, l'hydrogène phosphoré qui se produit dans la décomposition par l'eau n'est pas spontanément inflammable au contact de l'air. Ce nouveau phosphure se différencie donc bien du produit de P. Thenard. Cependant la réaction de décomposition est encore complexe et l'on n'obtient pas tout le phosphore du phosphure en hydrogène phosphoré PhH^3. Quelques échantillons moins chauffés nous ont donné avec l'eau un hydrogène phosphoré souillé d'hydrogène libre. Au contraire lorsque le phosphure avait été porté à une température très élevée, il ne se produisait plus d'hydrogène, mais on recueillait un peu de gaz acétylène. Nous donnerons tous les chiffres de ces analyses dans le Mémoire que nous publierons aux *Annales de Chimie et de Physique*.

» Les acides n'attaqueront ce phosphure que d'après la quantité d'eau qu'ils peuvent contenir. Ainsi, avec l'acide nitrique monohydraté, l'attaque est presque nulle à froid; à chaud, elle est très lente. Avec l'acide nitrique ordinaire, l'oxydation est rapide à froid; il se produit des vapeurs nitreuses et un gaz spontanément inflammable.

» De même, l'acide sulfurique fumant n'attaque pas le phosphure à froid, tandis que la décomposition est violente avec l'acide sulfurique étendu.

» L'alcool absolu, l'éther, la benzine, l'essence de térébenthine ne réagissent pas à la température ordinaire.

» Au contraire, les oxydants l'attaquent avec violence, le chlorate et le bichromate de potassium en fusion l'oxydent avec incandescence. Si l'on chauffe légèrement un mélange de permanganate de potassium et de phosphure de calcium en poudre, la réaction est violente, elle se produit avec incandescence et explosion.

» Les gaz protoxyde et bioxyde d'azote l'oxydent de même à chaud avec une vive incandescence. Il se fait de la chaux et une très petite quantité d'azoture.

» *Analyse du phosphure de calcium.* — Le phosphure de calcium a été décomposé par oxydation directe au moyen de l'acide nitrique fumant. Le métal a été précipité à l'état de sulfate de calcium en milieu alcoolique et l'acide phosphorique dosé ensuite sous forme de phosphate ammoniaco-magnésien. Nous avons trouvé ainsi les chiffres suivants :

	1.	2.	3.	4.	Théorie pour P^2Ca^3.
Ca	65,82	65,71	65,38	65,40	65,93
P	»	33,79	33,92	33,85	34,06

» Nous devons rapprocher de ces chiffres les nombres fournis par la synthèse. L'expérience a été disposée ainsi que nous l'avons indiqué précédemment; la nacelle a été pesée vide, puis remplie de calcium, et enfin renfermant le phosphure de calcium formé.

	1.	2.
Ca	66,31	66,12
P	33,53	33,41

» *Conclusions.* — En résumé, la réduction du phosphate tricalcique par le charbon fournit dans certaines conditions un phosphure de calcium cristallisé, de couleur rouge foncé, répondant à la formule P^2Ca^3. La réaction la plus curieuse de ce nouveau composé est sa facile décomposition par l'eau froide avec formation d'hydrate de chaux et d'hydrogène phosphoré.

» Il est assez curieux de faire remarquer à ce sujet qu'un grand nombre de composés binaires de calcium présentent cette curieuse propriété de décomposer l'eau froide en fournissant un oxyde hydraté et en donnant une combinaison gazeuse de l'hydrogène uni à l'autre élément du composé binaire.

» L'hydrure de calcium décompose l'eau froide avec dégagement d'hy-

drogène. Le carbure de calcium décompose l'eau froide avec dégagement d'acétylène. L'azoture de calcium donne la même réaction avec production d'ammoniaque. Nous voyons aujourd'hui que le phosphure de calcium peut aussi donner l'hydrogène phosphoré. Enfin M. Lebeau vient d'indiquer récemment que les arséniures et antimoniures de calcium cristallisés se conduisent de même en fournissant les hydrures correspondants ou les produits de leur décomposition, si ces hydrures sont instables à la température de l'expérience. La généralité de cette réaction nous paraît intéressante.

» Nous ferons remarquer enfin que la plupart de ces nouveaux composés ont été préparés au moyen du four électrique. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les propriétés et les applications de l'aluminium.* Note de M. **A. Ditte.**

« Au cours de mes recherches sur l'aluminium, j'ai été conduit à examiner les détériorations plus ou moins profondes constatées sur certains objets d'équipement militaire et à rechercher les causes auxquelles on peut les attribuer, j'ai dû étudier pour cela les propriétés des alliages qui servent à les fabriquer. M. le colonel Lambert, Directeur de la section technique du Comité d'Artillerie, et, avec son autorisation, M. le capitaine Ducru, adjoint à cette section, ont bien voulu mettre à ma disposition les vases neufs nécessaires à mes expériences, ainsi que des objets réformés provenant du corps expéditionnaire de Madagascar; je prie ces Messieurs de recevoir mes remercîments pour l'extrême obligeance que j'ai rencontrée chez eux à l'occasion de mon travail.

» J'ai particulièrement examiné deux tôles d'aluminium; la première renferme $\frac{3}{100}$ de cuivre, avec des impuretés dont la teneur ne doit pas dépasser 1 pour 100 et qui consistent en fer (de 0,29 à 0,37 pour 100), en silicium (de 0,37 à 0,54 pour 100), et en traces de carbone, d'après des analyses faites au Comité d'Artillerie sous la direction de M. le capitaine Ducru; elle sert à fabriquer les gamelles individuelles, les gamelles de campement, les marmites, les quarts, les caisses à eau des voitures-citernes. La seconde tôle, avec laquelle sont formés les anneaux et les chaînettes des gamelles, les anses des marmites, etc., contient $\frac{5}{100}$ à $\frac{6}{100}$ de cuivre, avec $\frac{1}{100}$ au maximum des mêmes impuretés. Les propriétés de ces alliages, sans

différer beaucoup de celles de l'aluminium non allié, offrent cependant quelques particularités intéressantes.

Maintenus quelque temps au rouge sombre, ces alliages changent de structure, leur surface devient rugueuse, bulleuse, et, si on les trempe dans l'eau froide, ils prennent une texture grenue confusément cristalline; ils se couvrent de fines craquelures, deviennent plus cassants, et la trempe y provoque la formation de déchirures à bords brillants et à gros grains. La matière, suivant qu'elle est trempée ou non, se comporte de manières un peu différentes sous l'action des divers réactifs : dans l'acide sulfurique dilué à 2 pour 100, par exemple, la tôle neuve se dissout avec une très grande lenteur en dégageant quelques bulles d'hydrogène; elle se recouvre d'une couche, grise d'abord, noire ensuite, sans adhérence, de cuivre divisé mêlé d'un peu de fer et de silicium, sous laquelle est une belle surface blanche, mate, formée d'aspérités très fines, sensiblement égales entre elles, et parsemée de petits points foncés de cuivre.

» Le même alliage trempé, puis immergé pendant le même temps dans la même liqueur, est attaqué un peu plus vite et de la même façon; mais au bout de quelques jours, la surface est différente ; elle est moirée, couverte de craquelures, de fissures, dans lesquelles pénètre le dépôt noir, ce qui les rend très apparentes; au microscope, elle montre une sorte de réseau formé de parties en relief plus blanches, et de faibles dépressions jaunâtres, séparées entre elles par un système de fissures plus ou moins fines ; il y a là commencement de désagrégation du métal, de séparation en écailles ou en lamelles toutes prêtes à se soulever sous l'action de l'hydrogène ou de l'alumine qui peuvent provenir de l'altération de l'aluminium. Les mêmes apparences se produisent sur le métal non trempé, mais chauffé très près de son point de fusion et refroidi rapidement à l'air.

» Les carbonates alcalins en solution étendue (à 2 pour 100), l'eau salée (8^{gr} par litre), l'eau de mer, pure ou étendue, au contact de l'atmosphère, attaquent rapidement ces tôles d'alliages à la température ordinaire ; au bout de quelques heures, la surface est recouverte d'une couche d'alumine gélatineuse qui augmente graduellement et se change partiellement en grumeaux blancs d'alumine trihydratée pendant que les solutions salées deviennent alcalines. Finalement, la surface demeure revêtue, partout où le liquide l'a touchée, d'une couche blanche, farineuse, formée de grumeaux peu cohérents d'alumine ; au-dessous de cette couche est un enduit très mince, jaunâtre, dur, adhérent, non homogène, renfermant de l'alumine avec un peu de cuivre, de fer et de silicium.

» Lorsqu'une plaque polie d'alliage est soumise à l'action de l'une de ces liqueurs, elle ne tarde pas à perdre son poli spéculaire, et à se couvrir d'un voile blanc formé de grains d'alumine cristallisée; après lavage à l'acide sulfurique très dilué, qui dissout cette alumine, la surface est blanche, formée de fines aspérités qui la rendent mate, et semée de points foncés dont les plus gros présentent nettement la coloration rouge mat du cuivre pur.

» A l'intensité près, ces apparences sont celles que présentent les objets provenant de Madagascar; un fragment de voiture-citerne dont la face extérieure est recouverte d'un enduit goudronneux est peu altéré de ce côté, mais la surface qui était en contact avec l'eau est profondément attaquée; elle est grisâtre et le métal est mélangé d'alumine qui adhère assez fortement. Jusqu'à une certaine profondeur, la tôle est devenue schisteuse, séparée en lamelles et en feuillets; elle est fragile, se rompt sous un faible effort et montre alors une cassure lamelleuse ou formée de grains qui lui donnent une apparence arénacée. Au microscope, le métal, fortement rongé, est en partie recouvert de cristaux ou de petites masses d'alumine trihydratée; une fois celle-ci enlevée par un lavage à l'acide sulfurique très dilué, la surface métallique est caverneuse, hérissée de petites masses blanches brillantes qui, souvent, offrent l'apparence de cristaux arrondis et déformés, et creusée de cavités polyédriques semblables aux empreintes qu'auraient laissées des cristaux détachés de la masse; reliefs et cavités ont leurs faces criblées de piqûres très fines provenant soit de l'oxydation primitive de l'aluminium, soit de l'action exercée sur lui par l'eau acidulée qui a servi au lavage. La proportion d'alumine mélangée au métal est du reste faible; même dans les portions les plus altérées, elle ne dépasse pas 13 à 14 pour 100 de la masse, ce qui correspond à $\frac{5}{100}$ environ d'aluminium oxydé.

» Mais, pendant cette oxydation partielle, la tôle d'aluminium, qui a perdu la résistance à la rupture qu'offrait la tôle neuve, s'est modifiée aussi dans sa structure et dans ses autres propriétés. Immergée à froid dans l'eau acidulée, elle ne se comporte plus comme nous avons vu la matière neuve le faire; le métal s'attaque plus rapidement et, en même temps, il s'en détache une poussière métallique formée de grains confusément polyédriques dont les angles et les arêtes ont été plus ou moins arrondis et dont les faces sont criblées de piqûres très petites. Ces polyèdres sont manifestement limités par des droites et, sur certains d'entre eux, on distingue nettement des groupements de trois arêtes rectilignes, formant un trièdre dont

les faces sont des angles obtus égaux et qui appartient vraisemblablement à un rhomboèdre ou à un dodécaèdre rhomboïdal; la désagrégation de la tôle devient plus lente à mesure qu'on pénètre plus profondément dans son épaisseur, la quantité de poudre métallique qui se sépare devient de plus en plus petite et, au bout d'un certain temps, la dissolution se fait comme celle d'une tôle neuve, la surface se recouvrant d'un enduit noir de cuivre divisé.

» Il est à noter, d'autre part, qu'un fragment de métal altéré mis en digestion dans l'eau distillée la rend légèrement alcaline en lui cédant de très petites quantités de chlore, d'alumine et de sodium. On en peut inférer que l'eau contenue dans la caisse pendant son service renfermait des traces de sel marin, ce qui est le cas de la plupart des eaux fluviales; peut-être même la voiture-citerne a-t-elle servi à transporter de l'eau légèrement saumâtre; dans les deux cas, l'attaque du métal s'est faite, au contact de l'oxygène et de l'acide carbonique de l'air, suivant le mécanisme que j'ai indiqué (*Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 195), et, une fois l'altération commencée, le métal « malade » porte en lui le germe de sa destruction. Il est aisé de favoriser le développement de la maladie : il suffit, pour cela, d'abandonner un morceau de tôle altérée dans un peu d'eau à l'air; l'eau devient alcaline; après vingt-quatre à quarante-huit heures, des flocons d'alumine nagent dans le liquide et forment une couche légère à la surface du fragment; cette couche augmente, il se forme des masses blanches d'alumine trihydratée qui épaississent peu à peu, et l'altération du métal malade devient de plus en plus profonde à mesure que l'expérience est prolongée davantage.

» Les gamelles, les quarts, les marmites présentent des détériorations analogues; ici encore, le métal attaqué est mêlé d'alumine hydratée; il est devenu cassant, sa surface est grenue, rugueuse, et la structure feuilletée est manifeste, quoique moins sensible que sur les fragments de caisse à eau constitués avec de la tôle plus épaisse; on peut distinguer aussi des grains polyédriques à faces criblées de fines piqûres, comme ceux dont il a été parlé plus haut.

» L'altération de ces vases peut être due à l'introduction d'aliments salés à leur intérieur; le métal poreux restant plus ou moins imprégné de sel marin qui en provoque l'attaque à l'air, et, une fois commencée, celle-ci peut se poursuivre; en effet un fragment de gamelle altérée, par exemple, mis en digestion avec un peu d'eau distillée la rend alcaline, comme le fait un morceau de caisse à eau; comme lui donc, il retient les substances alca-

lines, cause de maladie pour le métal; aussi celui-ci continue-t-il de s'oxyder dans l'eau au contact de l'air; il se recouvre d'alumine formant des grumeaux plus épais sur les parties voisines de la surface de l'eau, là où l'air atmosphérique a l'accès le plus facile, et la destruction de l'aluminium se poursuit graduellement.

» Une seconde cause, capable de faciliter l'oxydation, apparaît dans la structure même du métal attaqué. Il a pu arriver que des ustensiles placés sur le feu avec un liquide à chauffer aient été oubliés, ou forcément abandonnés pendant quelques heures, et que, le liquide s'étant évaporé, le fond se soit trouvé porté à une température voisine du rouge sombre et peu inférieure au point de fusion de l'aluminium; les vases ainsi surchauffés peuvent avoir été refroidis d'une façon plus ou moins brusque, quand le feu s'est éteint, par l'affusion d'eau froide à leur intérieur, ou par leur immersion dans ce liquide; or, nous avons vu que l'action de la chaleur et celle de la trempe ont précisément pour effet de donner aux tôles d'aluminium allié une structure à gros grains, tout en couvrant leur surface de craquelures dans lesquelles peuvent pénétrer, bien plus facilement que dans le métal neuf, tous les agents susceptibles de l'altérer.

» En résumé, la connaissance des propriétés de l'aluminium et de ses alliages à faible teneur en cuivre permet de se rendre compte des détériorations que subissent à la température ambiante, en France comme aux colonies, les vases fabriqués avec ces métaux. Sous les influences multiples des eaux de rivière, de l'eau plus ou moins saumâtre, de l'eau de mer, de l'air atmosphérique pur, ou chargé, comme il l'est au voisinage des côtes, de particules salines; sous l'action des aliments salés rendus acides soit par du vinaigre, soit par des jus de fruits; quand ils sont en contact avec des mélanges de liquides salés et de substances telles que la crème de tartre, le sel d'oseille, etc., leur surface est altérée; et l'altération commencée peut se poursuivre à sec, c'est-à-dire par l'intervention de grumeaux alumineux plus ou moins imbibés de substances alcalines, grâce à la succession ininterrompue de réactions exothermiques qui se passent en tous les points du métal recouvert par ces grumeaux.

» Il convient de signaler aussi une autre cause d'altération tout à fait différente des précédentes, et dont les effets ne sauraient être négligés: ce sont les forces électromotrices qui se produisent au contact des métaux différents. Laissant de côté les impuretés, fer, silicium, etc., que l'aluminium renferme toujours en quantités très petites, et pour ne parler que du cuivre des alliages, nous avons vu que dans l'attaque de ceux-ci par divers réactifs

l'aluminium se dissout plus facilement que le cuivre, ce qui est tout naturel, étant données les chaleurs d'oxydation de ces deux métaux. Les particules de cuivre, qui restent sous la forme de points foncés à la surface de l'aluminium, forment avec lui et les liquides qui les mouillent des couples locaux et ceux-ci concourent à la dissolution de l'élément le plus attaquable qui est l'aluminium; le contact des deux alliages à $\frac{3}{100}$ et à $\frac{6}{100}$ de cuivre développe lui aussi une force électromotrice, et la valeur de ces diverses forces est souvent comparable à celle de certains éléments de piles d'usage courant; d'après des déterminations faites par M. G. Manœuvrier, celles des éléments constitués par de l'eau de mer avec les couples aluminium-cuivre, aluminium à 3 pour 100 de cuivre-cuivre, aluminium à 6 pour 100 de cuivre-cuivre, sont $0^{volt},525$; $0^{volt},486$; $0^{volt},488$; celle du couple formé par les deux alliages et l'eau de mer est seulement $0^{volt},04$. L'action de ces forces électromotrices qui s'exerce en circuit fermé, avec des résistances à peu près nulles, peut donner lieu à des effets importants; les actions électriques peuvent donc contribuer à la destruction des objets en aluminium pur ou allié, mouillés par un liquide capable d'attaquer l'aluminium avec ou sans le concours des gaz de l'atmosphère.

» Nous voyons, en dernière analyse, les propriétés véritables de l'aluminium se manifester et le métal être attaqué dans une multitude de circonstances, toutes les fois qu'aucun enduit protecteur ne peut se déposer à sa surface et que, par suite, il se trouve vraiment en contact avec les liquides qu'il renferme. Il en résulte que, dans ses applications à la fabrication de vases et d'ustensiles destinés soit aux usages domestiques, soit à l'équipement militaire, il y a lieu de se préoccuper sérieusement des altérations, plus ou moins intenses, qu'il est susceptible d'éprouver, altérations qui peuvent devenir, pour ces objets, une cause de détérioration rapide et qui en rendent le nettoyage particulièrement difficile. Les liquides acides ne sauraient convenir, ils sont sans action sur les matières grasses; les solutions alcalines, qui atteindraient parfaitement le but, ne peuvent être utilisées : non seulement elles attaquent le métal à froid, et à plus forte raison à chaud, mais encore elles se glissent en des points d'où il est bien difficile de les faire sortir; elles pénètrent sous toutes les parties repliées, dans tous les points où le métal présente une fissure, une rugosité accidentelles; elles sont retenues là par des actions capillaires et rongent l'aluminium en formant des grumeaux d'alumine qui demeurent imprégnés d'aluminate de soude, etc.; comme l'air et l'humidité peuvent pénétrer dans ces petits espaces, l'oxydation s'y continue avec lenteur, sourdement, et le métal est

détruit peu à peu. Enfin, les nettoyages mécaniques, tels que des lavages et des frottements avec de l'eau, froide ou chaude, mélangée de sable fin, ne sont pas efficaces; il n'est pas facile de les effectuer dans les parties anguleuses, dans les régions resserrées, et, en outre, pendant les frottements, le sable fin peut lui-même s'introduire là où les liqueurs alcalines peuvent pénétrer et emprisonner, dans ces espaces étroits, des matières grasses, des substances alimentaires chargées de germes et de microbes de toute espèce. J'ai trouvé, par exemple, sous les feuilles d'aluminium qui retiennent l'anneau du couvercle de gamelles individuelles, tout un remplissage formé de matières terreuses et de substances organiques. Il est certain que ces dépôts, que la présence d'une couche légère de matière grasse sur toute la surface de l'aluminium, favoriseraient beaucoup la conservation des vases, précisément en empêchant le contact de leurs parois avec les liquides intérieurs, mais une telle couche peut présenter des inconvénients sérieux au point de vue de l'hygiène et de la propreté.

» Ces considérations, qui s'appliquent à tous les objets d'aluminium, se rattachent immédiatement à l'ensemble des propriétés véritables de cet élément; celles-ci en font un corps, en réalité, très altérable; elles me paraissent de nature à inspirer certains doutes et à dissiper quelques illusions relativement aux applications industrielles possibles de ce métal. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Swift (1899, a), faites au grand équatorial de l'observatoire de Bordeaux; par MM.* G. Rayet *et* F. Courty. Note de M. **G. Rayet.**

Comète Swift (1899, *a*).

Date. 1899.	Étoiles.	Temps sidéral de Bordeaux.	Δα comète.	ΔⓅ comète.	Observateurs.
Mars 12	1	6h 43m 27s,04	+3m 17s,56	+9′ 7″,32	G. Rayet
16	2	6.57.41,03	+0.40,17	+ 8.34,84	G. Rayet
17	3	6.54. 5,94	—1.53.26	— 8. 0,22	F. Courty
18	4	7.13.21,42	+1.30,90	+ 3.38,62	G. Rayet
20	5	7.21.32,58	—0.58,49	— 8.27,49	G. Rayet
21	6	7.19.43,32	+1.51,46	— 2.21,68	F. Courty

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1899,0.

Étoiles.	Catalogue et autorité.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
1...	$\frac{1}{2}$[AW.,1741.—2 obs. méridiennes Bordeaux]	3. 7.34,47	+0,81	106.26.16,7	+ 3,65
2...	Weisse$_1$.H.II.942	2.55.28,32	+0,76	101.51.37,5	+ 1,87
3...	$\frac{1}{4}$[Lalande 5553. — W$_1$, H.II 921. — Paris 3648. — Sj. 849]	2.54.38,68	+0,75	101. 5. 4,3	+ 1,63
4...	$\frac{1}{5}$[Sj. 805. — Paris 3528. — Arm$_2$ 369. — Cordoba 3064. — Rad$_3$ 684]	2.47.54,83	+0,73	99.51.23,6	+ 1,07
5...	$\frac{1}{2}$[B.B, VI. — A.G. Ottak, zone 205]	2.44. 2,07	+0,71	98. 6.15,1	+ 0,43
6...	$\frac{1}{4}$[Lalande 5054,55. — W$_1$ H.II 620. — Valentiner. — A.G., Ottak, zone 197]	2.38. 6,86	+0,69	97. 4.15,5	+ 0,04

Positions apparentes de la comète Swift (1899, *a*).

Date 1899.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Mars 12.....	7.22.34,30	3.10.52,84	$+\bar{1},547$	106.35.27,7	—0,850
16.....	7.21. 2,35	2.56. 9,25	$+\bar{1},573$	102. 0.14,2	—0,831
17.....	7.13.31,94	2.52.46,17	$+\bar{1},572$	100.57. 5,7	—0,828
18.....	7.28.48,35	2.49.26,46	$+\bar{1},593$	99.55. 3,3	—0,820
20.....	7.29. 6,35	2.43. 4,29	$+\bar{1},602$	97.57.48,0	—0,813
21.....	7.23.21,48	2.39.59,01	$+\bar{1},602$	97. 1.53,8	—0,811

La comète, très voisine du Soleil, est à peine visible dans le crépuscule; elle ne sera de nouveau observable qu'en mai.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de diverses Commissions.

Le dépouillement des scrutins donne les résultats suivants :

Commission chargée de presenter une question de « Grand prix des Sciences physiques » (prix du Budget) *pour l'année* 1901. — MM. Milne-Edwards, Bornet, Van Tieghem, Friedel, Perrier.

Commission chargée de présenter une question de prix Bordin (Sciences

physiques) pour l'année 1901. — MM. Milne-Edwards, Bornet, Van Tieghem, Fouqué, Perrier.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. Delaurier soumet au jugement de l'Académie un Mémoire accompagné de planches « Sur la navigation aérienne sans ballons, par le moteur à vapeur universel. ».

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

CORRESPONDANCE.

L'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg informe l'Académie qu'elle célébrera, le 1/13 avril 1899, le cinquantième anniversaire de la fondation de l'observatoire physique central.

Elle serait heureuse que l'Académie pût se faire représenter à cette solennité.

M. le général Bassot présente à l'Académie deux Volumes publiés par le Service géographique de l'Armée, sous le titre : « La Carte de France, 1750-1898; étude historique, par M. le colonel *Berthaut,* chef de la Section de Cartographie ».

(Renvoi au concours des prix de Statistique, fondation Montyon.)

A cette occasion, l'Académie charge une Commission, composée de la Section de Géographie et Navigation et de la Section d'Astronomie auxquelles s'adjoindront MM. Michel Lévy et de Lapparent, d'étudier dans quelles conditions il pourrait être utile de reprendre les travaux de la Carte de France, à une plus grande échelle.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil faites à l'observatoire de Lyon (équatorial Brunner* 0^m, 16) *pendant le quatrième trimestre de* 1898. Note de M. J. **Guillaume**, présentée par M. Mascart.

« Ces observations sont résumées dans les Tableaux suivants, dont l'explication a été donnée p. 159, t. CXXVIII des *Comptes rendus*.

» Il y a eu 51 jours d'observation dans ce trimestre.

» *Taches*. — Le nombre des groupes de taches est peu différent de celui du trimestre précédent (29 au lieu de 27), mais leur surface totale a diminué d'un peu plus d'un quart (2535 millioniemes au lieu de 3268). Leur répartition dans les deux hémisphères est de 16 groupes au sud et 13 au nord, elle tend d'ailleurs à s'égaliser depuis le mois de juin dernier, on avait en effet 7 groupes en plus pour l'hémisphère boréal dans le troisième trimestre et 15 dans le deuxième.

» Les trois groupes suivants du Tableau I ont été visibles à l'œil nu (date de passage au méridien central et latitude) :

Octobre	6,4	à	-12° [1]
»	28,6	à	+15
Novembre	5,2	à	+ 6

» Il n'y en avait eu qu'un seul, immense il est vrai, dans l'hémisphère austral, le précédent trimestre.

» Enfin on a noté le Soleil sans taches trois fois, en décembre. Le nombre noté précédemment était de 9.

» *Régions d'activité*. — Le nombre des groupes de facules a beaucoup diminué dans l'hémisphère austral (28 groupes au lieu de 43) tandis qu'il est resté sensiblement stationnaire dans l'autre hémisphère (20 groupes au lieu de 19). Au total on a 48 groupes et une surface de 61,0 millièmes au lieu de 62 groupes et 65,7 millièmes.

» *Résumé annuel*. — Il y a eu 221 jours d'observation en 1898 (211 en 1897).

---

(1) C'est le retour du grand groupe de septembre. La première apparition remonte au mois d'août, il avait traversé le méridien central le 13. Il a effectué une quatrième apparition et était au méridien central le 3 novembre à la même latitude de -12°.

TABLEAU I. — *Taches*.

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
Octobre 1898. — 0,00					
4- 6	2	4,1		+ 9	10
29- 8	6	4,5	− 6		146
30-12	7	6,4	−12		533
8-13	4	12,8	−14		68
12-14	3	18,6		+10	19
11	1	19,2		+12	21
17	1	22,0	−12		16
20	1	22,5		+ 5	11
22- 3	9	28,6		+15	445
25- 4	9	30,6		+ 7	36
27-29	3	31,5	− 7		10
	17 j.		−10°,2	+ 9°,7	
Novembre 1898. — 0,00					
27- 7	9	3,0	−12		50
2- 9	7	5,2		+ 6	435
10	1	6,9		+ 5	10
10-11	2	7,6	−16		14
Novembre 1898. — 0,00 (suite)					
2-10	8	8,1	−10		44
5-11	6	8,2		+ 6	81
11	1	10,9	−12		33
10-14	3	14,5	− 7		44
19-26	4	21,1	−13		64
	15 j.		−11°,7	+ 5°,7	
Décembre 1898. — 0,16.					
26- 2	3	2,2		+ 7	9
26- 8	7	2,9	− 7		90
3-10	2	5,4	−11		4
2-13	9	8,2	−12		264
17	1	19,2	−10		3
16-22	4	21,7		+ 9	14
20-23	4	23,4		+ 6	11
31- 1	2	31,7	−12		45
1	1	31,8		+ 5	5
	19 j.		−10°,4	+ 6°,7	

TABLEAU II. — *Distribution des taches en latitude.*

1898.	Sud. 90°-40°.	40°-30°.	30°-20°.	20°-10°.	10°-0°.	Somme.	Nord. Somme.	0°-10°.	10°-20°.	20°-30°.	30°-40°.	40°-90°.	Totaux mensuels.	Surfaces moyennes réduites.
Octobre...	»	»	»	3	2	5	6	4	2	»	»	»	11	1315
Novembre..	»	»	»	4	2	6	3	3	»	»	»	»	9	775
Décembre..	»	»	»	3	2	5	4	4	»	»	»	»	9	445
Totaux..	»	»	»	10	6	16	13	11	2	»	»	»	29	2535

TABLEAU III. — *Distribution des facules en latitude.*

1898.	Sud. 90°-40°.	40°-30°.	30°-20°.	20°-10°.	10°-0°.	Somme.	Nord. Somme.	0°-10°.	10°-20°.	20°-30°.	30°-40°.	40°-90°.	Totaux mensuels.	Surfaces moyennes réduites.
Octobre....	»	»	»	3	5	8	7	6	1	»	»	»	15	18,5
Novembre...	»	»	»	5	2	7	8	5	3	»	»	»	15	21,3
Décembre...	»	»	3	6	4	13	5	3	2	»	»	»	18	21,2
Totaux...	»	»	3	14	11	28	20	14	6	»	»	»	48	61,0

» Voici les principaux faits qui ressortent des observations de cette année, comparativement à ceux de l'année précédente :

» La surface totale des taches a diminué d'un cinquième (10486 millionièmes au lieu de 13189) et le nombre des groupes d'un huitième (132 au lieu de 152).

» Les grandes formations, c'est-à-dire les taches ou groupes de taches qui se voyaient assez facilement à l'œil nu ont été aussi nombreux qu'en 1897, soit 8, nombre relativement élevé si l'on considère qu'un minimum des phénomènes solaires est prés de se produire. Notons en passant que le groupe de septembre a été le plus considérable de l'année.

» On a noté le Soleil sans taches 22 jours au lieu de 19 en 1897, soit un nombre proportionnel de 0,099 au lieu de 0,090. Les phénomènes observés ont d'ailleurs présenté un minimum accentué en juin.

» La latitude des taches a peu varié, elle est un peu plus faible cependant qu'en 1897 : on a 10°,8 au sud et 8°,3 au nord au lieu de $-9°,9$ et $+8°,1$. Pour les facules on a 11°,9 au sud et 9°,6 au nord au lieu de $-11°,2$ et $+10°,9$.

» Le nombre des groupes de facules a diminué d'un sixième environ (235 contre 284) et leur surface de 4 pour 100 seulement (253,3 millièmes au lieu de 265,6 millièmes).

» Enfin la prédominance des taches et facules est restée, comme en 1897, au sud de l'équateur. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions définies par un développement de Taylor*. Note de M. **L. Leau**, présentée par M. Picard.

« La méthode dont j'ai indiqué [1] le principe, pour l'étude d'une fonction sur le cercle de convergence de la série de Taylor qui la représente, s'applique également à la recherche des régions du plan, où cette fonction est holomorphe.

» Désignons par $\Sigma a_n z^n$ le développement considéré. Traçons une ligne quelconque L de longueur finie issue de l'origine; la question de savoir si la fonction $f(z)$ est holomorphe le long de la ligne dépend d'une suite d'ensembles E_n de coefficients a_p; p varie dans E_n de n à n', $\frac{n'}{n}$ *étant infi-*

[1] *Comptes rendus*, 24 octobre et 7 novembre 1898.

niment grand avec n. Dans la recherche des singularités sur le cercle, il suffisait de supposer $\frac{n'}{n}$ supérieur à un nombre fixe plus grand que 1. C'est donc cette condition qu'il y a lieu de modifier pour être sûr de l'application de la méthode, qui devient ainsi *absolument générale*.

» On est d'ailleurs conduit aux mêmes conséquences, spécialement pour les *enveloppes* de séries. On peut former, d'une infinité de manières, des séries telles que les fonctions qu'elles représentent n'aient, *à l'intérieur d'un certain cercle*, que des singularités données; les coefficients de ces séries ne sont pas nécessairement des fonctions analytiques de leur rang considéré comme variable indépendante. Bornons-nous cependant à citer la fonction $\Sigma g(n) z^n$ qui n'a, à distance finie, que le point singulier $+1$, si $g(t)$ est une fonction entière d'ordre au plus égal à 1, et, dans ce dernier cas, si la plus grande des limites des maxima de $|g(t)|^{\frac{1}{t}}$ est l'unité, pour t infiniment grand.

» M. Hadamard a relié l'étude de la fonction $\Sigma a_n b_n z^n$ à celle des deux suivantes, $\Sigma a_n z^n$, $\Sigma b_n z^n$. J'ai donné de ce théorème ([1]) une extension que j'ai précisée et complétée depuis. On peut l'utiliser concurremment avec la méthode indiquée plus haut. Voici un résultat obtenu de cette manière :

» Soit une série $c_0 + c_1 t + c_2 t^2 + \ldots$ de rayon de convergence différent de zéro, et une fonction entière $g(t) = \Sigma d_n t^n$ telle que $\sqrt[n]{|d_n|}(\mathrm{L}_n)^\alpha$ tende vers zéro pour n infini, α étant supérieur à 1. Si l'on pose

$$a_n = c_0 + \frac{c_1}{n} + \frac{c_2}{n^2} + \ldots + \frac{c_n}{n^n},$$

la fonction représentée par la série $\Sigma g(a_n) z^n$ n'a pas d'autre singularité que l'unité, à distance finie. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques propriétés arithmétiques des fonctions analytiques.* Note de M. **Paul Staeckel**, présentée par M. E. Picard.

« Qu'il me soit permis de revenir au sujet traité dans ma Note du 20 mars pour compléter la démonstration de mon théorème.

([1]) *Bulletin de la Société mathématique*, n° 10, t. XXVI.

» Étant donnée une série de puissances convergentes

$$(1)\qquad K(x,y)=y-x+ax^2+2bxy+cy^2+\ldots,$$

il existe une série de Taylor

$$(2)\qquad y=x+c_2x^2+c_3x^3+\ldots,$$

convergente pour les valeurs de x assez petites, qui satisfait à l'équation $K(x,y)=0$. On sait que toutes les séries de Taylor engendrées par continuation analytique de la série (2), savoir

$$(3)\qquad y-y_0=A_1(x-x_0)+A_2(x-x_0)^2+\ldots,$$

vérifient elles-mêmes l'équation $K(x,y)=0$. Quand les séries (3) constituent l'ensemble des séries de Taylor qui satisfont à l'équation

$$K(x,y)=0,$$

cette équation définira une fonction analytique et monogène y de x et sera dite *irréductible*.

» L'équation

$$(4)\qquad y-x+\sum_{h=1}^{\infty}u_h x^{\mu_h}g_h(x)y^{\mu_h}g_h(y)=0$$

de ma Communication précédente est-elle irréductible? Voilà une question à laquelle il semble assez difficile de répondre. Cependant, si l'équation (4) est réductible, on doit craindre que les séries de Taylor qui proviennent de cette équation ne représentent des fonctions *algébriques* de x, ce qui infirmerait toute ma démonstration.

» Heureusement, ce doute se lève par les considérations suivantes :

» Soient $u_1, u_2, \ldots, u_{\alpha-1}$ des nombres rationnels quelconques. Formons le polynome

$$P_\alpha(y)=y-x+\sum_{h=1}^{\alpha}u_h x^{\mu_h}g_h(x)y^{\mu_h}g_h(y)$$

et posons

$$x=\frac{1}{\xi},\qquad y=\frac{1}{\eta},\qquad u_\alpha=\frac{1}{v_\alpha}.$$

En tenant compte des identités

$$\mu_{\alpha+1}=\mu_\alpha+\delta_\alpha,\qquad g_h(t)=t^{\delta_h}g_h\left(\frac{1}{t}\right),$$

nous obtiendrons

$$P_\alpha(y) = \frac{\Pi_\alpha(\eta)}{v_\alpha \xi^{\mu_{\alpha+1}-1} \eta^{\mu_{\alpha+1}-1}}.$$

On démontrera aisément que le numérateur $\Pi_\alpha(\eta)$ est un polynome irréductible de ξ, η, v_α à coefficients rationnels. Or, on doit à M. D. Hilbert le théorème suivant :

» $F(x, y, \ldots, w; t, r, \ldots, q)$ étant un polynome *irréductible* à coefficients entiers des variables $x, y, \ldots, w$ et des paramètres $t, r, \ldots, q$, il y a une infinité de nombres entiers qui, substitués aux paramètres $t, r, \ldots, q$, transforment F dans un polynome *irréductible* des variables $x, y, \ldots, w$ (*Journal de Crelle,* t. 110).

» Ajoutons la remarque essentielle que tous ces nombres $t, r, \ldots, q$ peuvent être choisis de manière qu'ils dépassent un nombre donné d'avance N et appliquons ce théorème au polynome irréductible $\Pi_\alpha(\eta)$, η étant la variable, ξ et v_α les paramètres. Soient $\beta - 1$ et w_α des nombres entiers surpassant un nombre entier donné N_α qui, substitués aux paramètres ξ et v_α, transforment $\Pi_\alpha(\eta)$ dans un polynome irréductible de la variable η. Alors les nombres rationnels $\frac{1}{\beta - 1}$ et $\frac{1}{w_\alpha}$ substitués aux quantités x et u_α transformeront $P_\alpha(y)$ dans un polynome irréductible de y, que nous désignerons par $Q_\alpha(y)$.

» Après avoir déterminé le coefficient u_α de la manière indiquée ci-dessus, posons

$$u_{\alpha+1} = 0, \qquad u_{\alpha+2} = 0, \qquad \ldots, \qquad u_{\beta-1} = 0,$$

et assujettissons le coefficient u_β à la condition qu'il soit différent de zéro, et que le polynome $P_\beta(y)$ se transforme dans un polynome irréductible $Q_\beta(y)$ si l'on substitue aux quantités x et u_β des nombres rationnels $\frac{1}{\gamma - 1}$ et $\frac{1}{w_\beta}$ plus petits que $\frac{1}{N_\beta}$. Après avoir déterminé le coefficient u_β de cette manière, posons

$$u_{\beta+1} = 0, \qquad u_{\beta+2} = 0, \qquad \ldots, \qquad u_{\gamma-1} = 0, \qquad \ldots.$$

» Soient $u_\alpha, u_\beta, \ldots, u_k, u_\lambda, \ldots$ les coefficients différents de zéro.

» Il faut prendre les nombres $\frac{1}{N_\alpha}, \frac{1}{N_\beta}, \cdots$ assez petits pour que la série (4) soit toujours convergente; la limite de ces nombres sera zéro.

» Cela posé, supposons que la fonction y définie par la série

$$y = x + c_2 x^2 + c_3 x^3 + \dots, \tag{5}$$

qui satisfait à l'équation (4), soit une fonction *algébrique* de x. Si l'on choisit l'index λ assez grand, la série (5) sera convergente pour $x = \frac{1}{\lambda - 1}$ et elle donnera pour y un nombre algébrique racine de l'équation irréductible $Q_k(y) = 0$, car $\frac{1}{\lambda - 1}$ est un nombre algébrique de hauteur λ. Le degré du polynome $Q_k(y)$ est μ_{k+1}. Par conséquent le degré de l'équation algébrique irréductible, à laquelle satisfait la série (5), doit être au moins égal à μ_{k+1}, ce qui est absurde, les nombres $\mu_{\alpha+1}, \mu_{\beta+1}, \dots, \mu_{k+1}, \mu_{\lambda+1}, \dots$ croissant au-dessus de tout nombre donné. *Donc la série* (5) *représente vraiment une fonction transcendante de* x. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'existence des fonctions fondamentales.* Note de M. **W. Stekloff**, présentée par M. Poincaré.

« D'après les recherches de M. Le Roy (*Annales de l'École Normale*, nos 1, 2, 3; 1898) et d'après le théorème (A), donné à la fin de ma Note précédente (*Comptes rendus*, n° 10), on peut considérer comme démontrée rigoureusement l'existence des fonctions fondamentales de M. Poincaré pour toute surface fermée (S), qui admet à la fois la transformation ponctuelle de M. Le Roy et celle de M. Poincaré (*Acta mathematica*, t. XX).

» Il me semble cependant difficile de donner une définition *précise* des conditions de la possibilité de cette propriété double de la surface (S). On peut, d'ailleurs, s'affranchir de cet inconvénient et simplifier les raisonnements, en remarquant que *l'existence des fonctions fondamentales est une conséquence immédiate d'un seul théorème* (A), comme nous le démontrerons tout de suite.

» On peut démontrer d'abord les lemmes suivants :

» I. *Si* V *est une fonction harmonique à l'intérieur de* (S), *satisfaisant à la condition*

$$\frac{\partial V_i}{\partial n} = f \text{ sur } (S), \qquad \int f\, ds = 0,$$

on a

$$\int V^2\, ds < Q \int f^2\, ds,$$

où f est une fonction donnée, ds est un élément de la surface (S); Q est un nombre fini et positif, ne dépendant que de (S); $\frac{\partial V_i}{\partial n}$ est la dérivée normale intérieure de la fonction V, n étant la direction de la normale extérieure à (S).

» II. *Si V est une fonction harmonique, satisfaisant à la condition*

$$\int \frac{\partial V_e}{\partial n} ds = 0,$$

$\frac{\partial V_e}{\partial n}$ *étant la dérivee normale extérieure de* V, *et si le théorème fondamental est applicable à* (S), *on a*

$$\frac{\int \sum \left(\frac{\partial V}{\partial x}\right)^2 d\tau}{\int V^2 ds} > \frac{Q_1}{l},$$

où $d\tau$ est un élément du domaine (D), intérieur à (S); l est la plus grande distance entre deux points de la surface (S); Q_1 est un nombre positif, différent de zéro.

» De ces lemmes nous tirerons sans peine le lemme suivant :

» III. *Soit*

$$f = \sum_{s=1}^{p} \alpha_s V_s,$$

α_s *étant des constantes*, V_s *étant des fonctions harmoniques, satisfaisant aux conditions*

$$\int \frac{\partial V_{se}}{\partial n} ds = 0 \qquad (s = 1, 2, \ldots, p).$$

On peut choisir les α_s *de telle façon que l'on ait*

$$\int V^2 \varphi \, ds < \frac{K}{L_p^2} \int f^2 \varphi \, ds, \tag{1}$$

où φ est une fonction positive, ne s'annulant pas sur (S); K est un nombre assignable, L_p est un nombre ne dépendant que de p et de (S) et croissant indéfiniment avec p.

» Cela posé, cherchons la fonction harmonique V, satisfaisant à la condition

$$\frac{\partial V_i}{\partial n} = \lambda \varphi v + \varphi f \text{ sur (S)}, \qquad \int \varphi f \, ds = 0, \tag{2}$$

λ étant un paramètre.

» Posons

$$(3) \qquad v = v_0 + \lambda v_1 + \ldots + \lambda^s v_s + \ldots,$$

v_s étant des fonctions harmoniques, qu'on peut déterminer par la méthode de M. Robin, comme je l'ai démontré dans ma Note précédente. En désignant par W_s les intégrales $\int \varphi V_s^2\, ds$ $(s = 0, 1, 2, \ldots)$, on trouve

$$\frac{W_1}{W_0} < \frac{W_2}{W_1} < \ldots < \frac{W_s}{W_{s-1}} < \ldots.$$

En partant ensuite de la formule connue de Green et en tenant compte du lemme I, nous démontrerons que la série (3) converge, pourvu que

$$|\lambda| < \lim_{s=\infty} \frac{\sqrt{W_{s-1}}}{\sqrt{W_s}}.$$

» Changeons, dans (2), f en

$$\alpha_0 f + \alpha_1 v_0 + \ldots + \alpha_{p-1} v_p.$$

» En choisissant convenablement les α_s, nous aurons, en vertu du lemme III,

$$\mu < \frac{k}{L_p^2}.$$

» Cela nous suffit pour démontrer par la méthode de M. Poincaré (*Rendiconti di Palermo*, 1894), le théorème suivant :

» *Il existe une infinité de nombres positifs k_s et des fonctions harmoniques $V_s (s = 1, 2, \ldots)$, satisfaisant aux conditions*

$$\frac{\partial U_{si}}{\partial n} = k_s \varphi V_s \text{ sur } (s), \qquad \int \varphi V_s^2\, ds = 1 \qquad (s = 1, 2, \ldots)$$

pour toute surface (*s*), *pourvu que le théorème fondamental lui soit applicable.*

» L'existence des fonctions fondamentales de M. Le Roy est donc démontrée.

» *En posant* $\varphi = \rho$, ρ étant la densité d'électricité en équilibre sur (*s*), dont l'existence est démontrée dans ma Note récente, nous *obtiendrons les fonctions fondamentales de M. Poincaré.*

» Il importe de remarquer que *tous les raisonnements précédents ne dépendent nullement du principe de Dirichlet.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions de plusieurs variables.* Note de M. H. LEBESGUE, présentée par M. Picard.

« M. Baire (¹) a résolu le problème suivant : Déterminer toutes les fonctions d'une variable représentables par une série de polynomes. Dans le cas de plusieurs variables, pour résoudre le même problème par les méthodes de M. Baire, il faudrait, d'après cet auteur (²), faire d'abord « une étude en quelque sorte géométrique des ensembles parfaits » dans un espace à plusieurs dimensions. La question est au contraire très facile si l'on se sert de la proposition que je vais indiquer.

» M. Baire appelle fonction de classe o celles qui sont continues par rapport à l'ensemble des variables, et fonctions de classe n celles qui sont limites de fonctions de classe $n-1$ sans être limites de fonctions de classes inférieures. En adoptant ces dénominations, on peut dire que :

» I. *Pour qu'une fonction de plusieurs variables soit de classe n, il faut et il suffit qu'elle soit de classe n au plus sur toutes les courbes du domaine où elle est définie, et effectivement de classe n sur l'une au moins de ces courbes.*

» Dans cet énoncé, j'entends par courbe l'ensemble des points $x_1=f_1(t)$, $x_2=f_2(t)$, ...; f_1, f_2, ... étant continues. Une courbe peut remplir un domaine.

» Supposons qu'il s'agisse d'une fonction F de deux variables définie dans le carré dont deux sommets opposés sont (0,0); (1,1). Désignons par $\Phi(t)$ la fonction d'une variable définie par F sur la courbe de M. Peano (³) relative à la base 3.

» D'après les propriétés de cette courbe, si $\Phi(t)$ est continue, F l'est aussi; donc :

» II. *Pour qu'une fonction soit continue en un point, il faut et il suffit qu'elle soit en ce point continue sur toutes les courbes qui y passent.*

» III. *Pour qu'une fonction soit continue par rapport à l'ensemble des variables dans un certain domaine, il faut et il suffit qu'elle soit continue sur toutes les courbes de ce domaine.*

» C'est le théorème I pour $n=0$. Si $n>0$ la démonstration est moins

---

(¹) *Comptes rendus*, 1898, et sa Thèse : *Sur les fonctions de variables réelles.*
(²) Chapitre IV de sa Thèse.
(³) *Mathematische Annalen*, t. XXXVI.

simple. Supposons, en effet, $\Phi(t)$ de classe 1, $\Phi(t)$ est la limite d'une suite de fonctions continues $\varphi_n(t)$. Mais la fonction $f_n(x, y)$ définie dans le carré par φ_n n'est bien définie que si aucune des coordonnées x, y n'est de la forme $\frac{M}{3^m}$, M et m étant entier; de telle sorte qu'à une suite de fonctions continues ne correspond pas une suite de fonctions continues en x, y. Mais cette difficulté se tourne facilement.

» Si l'on se sert maintenant des résultats de M. Baire on voit que, comme dans le cas d'une variable :

» *Pour qu'une fonction soit développable en série de polynomes il faut et il suffit qu'elle soit ponctuellement discontinue dans tout ensemble parfait.*

» De même les propositions indiquées par M. Baire, p. 63 et 87 de sa Thèse, restent vraies lorsqu'il s'agit de plusieurs variables. J'ajoute que l'emploi des courbes de M. Peano peut servir dans bien des cas à ramener à un domaine linéaire un problème relatif à un domaine quelconque. Par exemple, partant des propriétés connues des ensembles parfaits linéaires on peut ainsi, sans difficulté, faire pour des ensembles parfaits quelconques l'étude géométrique dont parle M. Baire.

» La démonstration du théorème I montre qu'il est inutile de faire intervenir dans son énoncé toutes les courbes du domaine; il suffit de considérer des courbes analogues à celles de M. Peano. Peut-on remplacer ces courbes par un nombre fini ou infini de courbes simples?

» L'exemple des fonctions de plusieurs variables continues seulement par rapport à chacune d'elles prouve qu'il ne suffit pas de considérer les parallèles aux axes de coordonnées. Mais il y a plus; soit F(X, Y) une fonction nulle si $X \neq Y$; et, si $X = Y$, égale à une fonction de X non représentable par une série multiple de polynomes. F n'est pas représentable par une série multiple de polynomes et cependant, sur toute courbe ne rencontrant pas un nombre infini de fois la droite $X = Y$, elle est développable en série de polynomes.

» Même pour les théorèmes II et III il ne semble pas possible de ne se servir que de courbes simples. On peut, en effet, construire des *fonctions discontinues dans n'importe quel domaine et cependant continues sur toute courbe algébrique ou même analytique*. Dans quelques-uns des exemples que j'ai obtenus, les courbes analytiques ne forment qu'une classe très particulière dans l'ensemble des courbes sur lesquelles la fonction est continue; de plus, chacune de ces fonctions est représentable par une *série de polynomes uniformément convergente sur toute courbe où la fonction est continue*

alors que, bien évidemment, elle n'est uniformément convergente dans aucun domaine. »

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *Sur les éléments magnétiques en Roumanie au 1er janvier* 1895. Note de M. **D. Negreano**, présentée par M. Lippmann.

« J'ai fait des déterminations d'éléments magnétiques en Roumanie (située entre 43°38′ latitude nord et entre 20°20′ et 27°10′ longitude est), dans le but de connaître la valeur absolue des éléments magnétiques, leur variation annuelle et, finalement, de construire la Carte magnétique du pays.

» Les déterminations ont été faites à partir de 1893 jusqu'en 1897, ayant été aidé dans ces déterminations par M. Marius Muresiano.

» J'ai établi les valeurs moyennes des variations des éléments magnétiques pour la Roumanie, savoir :

— 6′	variation annuelle de la	déclinaison magnétique,
— 2′	»	l'inclinaison magnétique,
+ 0,00018	»	la composante horizontale de la force magnétique terrestre.

» J'ai établi, en outre, qu'on peut calculer avec une approximation suffisante un élément magnétique (déclinaison, inclinaison, composante horizontale) à une époque quelconque, en fonction des éléments connus à Bucarest au 1er janvier 1895, si l'on connaît la longitude L et la latitude λ du lieu.

» Ces formules sont

$$D = 4^\circ 50' - 0,45(L_l - L_B) - 0,07(\lambda_l - \lambda_B) - 6'(t - 1895),$$
$$I = 59^\circ\, 3' - 0,12(L_l - L_B) + 0,84(\lambda_l - \lambda_B) - 2'(t - 1895),$$
$$H = 0,233 + 0,001(L_l - L_B) - 0,005(\lambda_l - \lambda_B) + 0,00018(t - 1895),$$

L_l et L_B étant les longitudes du lieu et de Bucarest, λ_l et λ_B les latitudes du lieu et de Bucarest, t le millésime. »

ÉLECTRICITÉ. — *Une question de priorité relativement à la relation* $\frac{k-i}{(k+2)d}=$ *const. entre la constante diélectrique et la densité.* Note de M. D. **Negreano**, présentée par Lippmann.

« Dans une Note publiée dans les *Comptes rendus* et dans le *Journal de Physique*, en 1887 (¹), étudiant les constantes diélectriques de plusieurs liquides isolants, et en particulier ceux de la série $C^m H^{2m-6}$, j'avais donné quelques relations entre la constante diélectrique et la densité du liquide.

» J'avais résumé les résultats obtenus de la façon suivante :

» 1° La constante diélectrique croît avec la complication de la molécule;

» 2° Le rapport $\frac{\sqrt{k-i}}{d}$ croît de quantités inégales avec la complication de la molécule;

» 3° Même remarque pour le rapport $\frac{k-i}{d}$.

» 4° Enfin, le rapport $\frac{k-i}{(k+2)d}$ est à peu près constant, ce qui constituerait une *relation qui lie la constante diélectrique à la densité;* pour les corps de la série $C^m H^{2m-6}$, la valeur du rapport est une constante particulière à cette série.

» Il en résulte que j'avais établi expérimentalement la relation $\frac{k-i}{(k+2)d}=$ const. entre la constante diélectrique et la densité du liquide.

» H.-A. Lorentz (²), en 1880, voulant établir une relation entre la vitesse de propagation de la lumière et la densité des corps, se servant de la théorie électromagnétique de la lumière, arrive à la relation $\frac{n^2-1}{(n^2+2)d}=$ const., n étant l'indice de réfraction. Pour arriver à cette formule, Lorentz établit d'abord théoriquement la relation $\frac{k-i}{(k+2)d}=$ const.

Cette relation $\frac{k-i}{(k+2)}d=$ const., donnée théoriquement par Lorentz et

(¹) *Comptes rendus*, p. 25; 1887. — *Journal de Physique*, p. 569; 1887.

(²) H.-A. Lorentz, *Wiedemann Annalen*, p. 642.

par moi expérimentalement, est connue actuellement sous le nom de formule de *Mossotti-Clausius*, quoique ni l'un ni l'autre ne l'aient établie.

» D'après mes recherches, l'origine de cette dénomination est due à P. Lebedew.

» Dans un Mémoire ayant pour titre : *Mesure des constantes diélectriques et théorie de Mossotti et Clausius* (¹), on trouve :

» Se basant sur les idées de Faraday que les diélectriques sont formés de corpuscules conducteurs sphériques, Mossotti, entre 1847 et 1850, a développé la théorie mathématique de la polarisation diélectrique.

» Indépendamment de Mossotti, Clausius, en 1879, admettant que les molécules du diélectrique sont sphériques et l'intervalle entre elles grand par rapport au diamètre, établit la relation suivante entre l'intervalle g des molécules et la constante diélectrique k :

$$g = \frac{k-i}{k+2}.$$

» De cette relation, on déduit

$$\frac{d}{g} = \frac{k+2}{k-1} d = \text{const.},$$

où d est la densité du corps.

» Ce rapport a été donné par Lorentz ; il a été proposé par Negreano comme formule empirique.

» Il est clair que Mossotti et Clausius, à des époques différentes, ont donné la relation $g = \frac{k-i}{k+2}$. Lebedew, en 1891, introduit la densité du diélectrique et trouve la relation $\frac{k-\imath}{(k+2)d} = \text{const.}$, établie théoriquement par Lorentz, en 1880, et donnée par moi, en 1887, comme formule déduite de l'expérience. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'interrupteur de Wenhelt.* Note de M. **H. Pellat**, présentée par M. Lippmann.

« Voici un nouveau phénomène curieux présenté par l'interrupteur électrolytique, qui tranche une question laissée pendante dans ma dernière Communication.

(¹) P. Lebedew, *Wied. Ann.*, p. 304 et 305; 1891.

» Pour un voltage élevé (110 volts) (¹), que le primaire de la bobine fasse partie ou non du circuit, l'interrupteur présente dans chacun des cas deux régimes, l'un caractérisé par une grande intensité moyenne du courant, l'autre par une faible intensité; la stabilité de ces régimes diffère seulement suivant que le primaire de la bobine fait ou non partie du circuit. L'expérience a été faite de la façon suivante :

» Le primaire de la bobine contenait une force électromotrice d'environ 110 volts fournie par des accumulateurs, l'interrupteur de Wenhelt et un ampèremètre Carpentier. Dans ces conditions, une longue flamme se produit entre les extrémités du secondaire, le courant primaire a une intensité moyenne qui dépasse 25 ampères, l'interrupteur fait beaucoup de bruit. Si l'on vient alors à mettre en court circuit le primaire en réunissant par un pont formé d'un gros fil de cuivre les deux fils aboutissant aux bornes de la bobine, les étincelles du secondaire cessent immédiatement, *mais le courant primaire conserve sa grande intensité moyenne et l'interrupteur reste bruyant encore pendant quelques secondes*. Passé ce temps, l'interrupteur devient silencieux et le courant tombe brusquement à 4 ou 5 ampères : c'est le régime stable pour le circuit sans self-induction.

» Mais voici le fait le plus curieux : si l'on vient alors à enlever le pont de façon à mettre de nouveau le primaire dans le circuit, le seul changement apparent qui se produit est une sorte de gazouillement dans l'interrupteur; *l'intensité moyenne du courant reste faible et aucune étincelle n'éclate entre les extrémités du secondaire même rapprochées presque jusqu'au contact*. Ce régime peut persister indéfiniment; il ne s'établit pourtant pas de lui-même, car si l'on vient, au moyen du commutateur de la bobine, à ouvrir le circuit puis à le fermer à nouveau, aussitôt la longue flamme se produit entre les extrémités du secondaire, l'intensité moyenne du courant primaire dépasse 25 ampères et l'interrupteur gronde : on est revenu au régime du début.

» Cette expérience montre nettement que, des deux termes du second membre de la relation établie dans ma dernière Note pour l'intensité moyenne du courant primaire,

$$\frac{1}{T}\int_0^T i\,dt = \frac{E\theta}{rT} + \frac{L}{T}\int_r^\infty \left[\left(-\frac{di}{R\,dR}\right)_2 - \left(-\frac{di}{R\,dR}\right)_1\right]dR,$$

(¹) Le phénomène ne se produit pas pour 70 volts; tout se passe alors comme il est indiqué dans ma dernière Note.

le second ne joue presque aucun rôle pour expliquer la variation du premier membre, puisque L peut être nul ou avoir une grande valeur sans que le premier membre soit modifié sensiblement. C'est donc seulement $\frac{E\theta}{rT}$ qui diffère dans les deux régimes, ou plus exactement $\frac{E}{T}\int_0^T \frac{dt}{R}$, dont $\frac{E\theta}{rT}$ n'est qu'une valeur approchée. La self-induction du circuit et la réaction du secondaire n'ont qu'une influence indirecte en rendant plus ou moins stable l'un ou l'autre régime. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un nouvel appareil destiné à l'orientation des radiographies et à la recherche des corps étrangers*. Note de M. **A. Londe**, présentée par M. Lippmann.

« L'attention des opérateurs en Radiographie n'a pas été suffisamment attirée sur un point très important, savoir : l'image d'un corps étranger ne peut être repérée par rapport aux images des parties voisines du squelette que dans un seul cas, c'est lorsque l'ampoule est placée exactement dans la perpendiculaire abaissée du centre d'émission sur la plaque sensible, en passant par le corps étranger. Pour toutes les autres positions de l'ampoule, on aura des déplacements de l'image du corps étranger qui sera projetée sur d'autres parties squelettiques.

» On peut donc poser en principe qu'une radiographie, pour être exacte, devra être orientée ; l'interprétation d'une radiographie non orientée induira fréquemment le chirurgien en erreur.

» Pour satisfaire à cette condition, nous avons fait construire par M. Radiguet un *radioscope explorateur* qui résout le problème et permet facilement de placer le corps étranger dans la perpendiculaire.

» Le même appareil permet également de déterminer la profondeur du corps étranger : ce résultat est obtenu au moyen d'une simple lecture et sans aucun calcul. Enfin nous pouvons imprimer sur la peau deux repères qui indiqueront au chirurgien les points d'entrée et de sortie d'une ligne droite idéale passant par le corps cherché.

» Le *radioscope explorateur* se compose d'un support vertical qui porte les pièces suivantes :

» 1° A la partie inférieure, une pince articulée qui reçoit l'ampoule ;

» 2° Un bras horizontal qui porte à son extrémité un anneau métallique ;

» 3° Un second bras identique au premier.

» Ce dernier porte au-dessus un petit cadre allongé qui peut recevoir soit un écran fluorescent, soit une plaque photographique. Les deux anneaux étant centrés par construction ne pourront donner leurs images concentriques que dans un seul cas, c'est lorsque le point d'émission des radiations sera dans la perpendiculaire passant par leur centre.

» Pour régler l'appareil, il faudra donc déplacer l'ampoule jusqu'au moment où les deux images des deux anneaux seront concentriques.

» Si alors on vient à interposer, entre les deux bras horizontaux, la partie renfermant un corps étranger, on apercevra celui-ci dans une position quelconque par rapport aux images des deux anneaux. On déplace alors le modèle (pour la main ou les membres, rien n'est plus facile) ou au contraire l'appareil lui-même s'il s'agit de toute autre partie du corps. L'image du corps étranger se promène dans le champ, et, lorsqu'elle coïncide avec le centre des deux images concentriques des anneaux, on est assuré qu'il est dans la perpendiculaire.

» En remplaçant l'écran fluorescent par la plaque photographique, on sera sûr de l'orientation. Les deux bras horizontaux peuvent se rapprocher ou s'écarter, afin de venir au contact de la partie radiographiée, ils sont munis de deux marqueurs que l'on peut actionner simultanément et qui impriment sur la peau les deux points d'entrée et de sortie de la perpendiculaire.

« Pour la détermination de la profondeur l'ampoule est disposée de telle façon qu'on peut la déplacer latéralement d'une certaine quantité à partir de la perpendiculaire. Un index mobile sur un des côtés de l'écran permet de repérer cette seconde image. On enlève alors le sujet et l'on fixe dans un logement *ad hoc* une échelle métrique qui se trouve placée exactement dans la perpendiculaire : ses divisions vont se projeter sur l'écran et il n'y a plus qu'à noter la position du curseur par rapport à celles-ci. On connaît, en effet, par construction leurs distances.

» Pour les petites épaisseurs, nous adoptons l'espacement de $2^{mm},5$; pour les plus épaisses celui de 1^{cm} : rien n'empêche d'ailleurs de pousser l'approximation plus loin en faisant une échelle divisée par millimètres. Plus les divisions adoptées seront petites plus on devra augmenter le déplacement latéral de l'ampoule afin de bien espacer sur l'écran les images des divisions. Si l'échelle métrique est fixée sur le bras horizontal inférieur on aura la distance à partir de la face inférieure du membre : si on la place sous le bras supérieur on aura la distance à partir de la face supérieure du membre.

» L'appareil construit par M. Radiguet peut prendre toutes les orientations de façon à venir se placer sous la partie à examiner, celle-ci étant légèrement surélevée du sol par deux supports verticaux ou placée sur un lit d'opérations composé de parties mobiles que l'on enlève sous le point intéressant.

» Dès à présent le radioscope explorateur peut être employé pour toutes les parties du corps qui sont accessibles à l'examen sur l'écran : pour les plus épaisses il faudra attendre que la méthode radioscopique se soit encore perfectionnée, ce qui ne saurait tarder, nous l'espérons. »

OPTIQUE. — *Transformation de la lunette de Galilée en instrument stadimétrique*. — Note de M. le colonel **G. Humbert**, présentée par M. A. Cornu.

« Avec les lunettes terrestres, il est facile de mesurer la distance à un objet de hauteur connue (homme à pied ou à cheval, maison, clocher, mât de navire, etc.) en plaçant approximativement au foyer de l'objectif un réseau de fils équidistants ou une lame de verre sur laquelle est gravé un réseau de traits équidistants.

» Avec la lunette de Galilée, c'est-à-dire avec des lunettes composées *seulement* d'un objectif convergent et d'*un oculaire divergent,* cela a été considéré jusqu'à présent comme impossible. Ces fils ou ces traits ne sont pas visibles où qu'ils soient placés.

» Les jumelles de Galilée, à cause de leur prix peu élevé et de leur clarté, étant très employées, j'ai cherché à les transformer en appareils stadimétriques, au moyen d'un réseau de traits parallèles nettement visibles.

» Ce problème présente un intérêt tout particulier pour l'Armée et la Marine, où tous les officiers se servent de jumelles.

» Je suis arrivé à le résoudre de la façon suivante :

» Sur l'objectif de droite d'une jumelle de Galilée on trace des traits parallèles équidistants, et contre l'oculaire *divergent* on dispose un disque percé d'une fente de 2^{mm} environ de largeur.

» Mettant la lunette au point sur un objet quelconque on aperçoit distinctement l'objet et les traits.

» En enlevant le disque à fente, les traits deviennent invisibles.

» La fente doit être exactement parallèle aux traits; sinon ceux-ci n'apparaissent pas distinctement.

» Pour être bien visibles, les traits doivent être tracés en couleur rouge, par exemple, et avoir une certaine épaisseur; l'oculaire divergent les présente *rapprochés* et *amincis;* dans la lunette terrestre, au contraire, l'oculaire convergent les fait paraître *éloignés* et *grossis*.

» Si, au lieu de regarder à l'aide d'une fente, on regarde à l'aide d'un trou fin percé sur la base d'un cylindre creux, tout dessin tracé sur l'objectif apparaît nettement.

» Ces traits, au lieu d'être tracés sur l'objectif, peuvent l'être sur un verre très mince disposé soit en avant, soit en arrière de l'objectif.

» L'image du réseau de traits tracés sur l'objectif les rapprochant et diminuant leur épaisseur et, d'autre part, la lunette grossissant l'objet, on a, avec une jumelle grossissant six à sept fois, un instrument permettant d'apprécier les distances jusqu'à

1200m environ en visant un homme à pied (hauteur 1m,67) et jusqu'à 1800m en visant un cavalier (hauteur 2m,50).

» Les jumelles de tout modèle peuvent être facilement transformées et servir indifféremment soit comme jumelles ordinaires, soit comme mesureurs de distances. *La fente s'éclipse ou apparaît à volonté.*

» C'est donc là un instrument simple, commode et peu coûteux, utile aux touristes comme aux officiers de terre et de mer. »

PHYSIQUE. — *Sur le mélange des gaz et la compressibilité des mélanges gazeux.* Note de MM. **Daniel Berthelot** et **Paul Sacerdote**, présentée par M. H. Becquerel.

« Certains travaux théoriques récemment publiés ont attiré l'attention sur l'intérêt qu'il y aurait à mesurer exactement la compressibilité des mélanges gazeux [1]. Les données expérimentales sur cette question n'étant encore que fort peu nombreuses, nous avons songé à utiliser dans ce but l'appareil qui avait déjà servi à l'un de nous pour mesurer avec une très grande précision la compressibilité des gaz entre 1 et 2 atmosphères [2].

» Rappelons que, si l'on pose $\frac{P_1V_1}{P_2V_2} - 1 = A(P_2 - P_1)$, A représente le coefficient d'écart du mélange gazeux par rapport à la loi de Mariotte entre les pressions P_1 et P_2. C'est ce coefficient déduit des mesures que nous donnons plus loin pour les divers mélanges étudiés.

» 1° Mélange de SO^2 et CO^2. — Le gaz sulfureux était préparé au moyen de mercure et d'acide sulfurique concentré; le gaz carbonique au moyen de marbre blanc et d'acide chlorhydrique pur dont les vapeurs étaient retenues dans deux éprouvettes contenant du marbre blanc et du bicarbonate de soude; les gaz étaient très soigneusement desséchés, d'abord sur de la ponce sulfurique, ensuite sur de l'anhydride phosphorique.

» On remplit le tube à ampoule de l'appareil d'un mélange en proportions connues des deux gaz :

» SO^2 entrait pour les 0,495 de la pression et CO^2 pour les 0,505.

» Deux séries de mesures successives ont donné des résultats très concordants d'où il résulte que, pour ce mélange, on peut adopter pour A, entre 1 et 2 atmosphères,

(1) D. Berthelot, *Comptes rendus* du 13 juin 1898.

(2) Leduc et P. Sacerdote, *Comptes rendus* du 2 août 1897. — *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XV, p. 60; 1898.

à 16°, la valeur

$$A_1^2 = 143 \times 10^{-6} \qquad \text{à } (\pm 2 \times 10^{-6}) \text{ près.}$$

» *Remarque.* — Dans le travail de l'un de nous déjà cité (¹), on avait déjà trouvé, à 16° :

Pour SO^2 .... $A_1^2 = 265 \times 10^{-6}$
Pour CO^2 .... $A_1^2 = 73 \times 10^{-6}$

» Le A_1^2 du mélange calculé au moyen de ces nombres, et en appliquant la *règle des mélanges,* serait

$$A_1^2 = (0,505 \times 73 + 0,495 \times 265) \times 10^{-6} = 168 \times 10^{-6},$$

au lieu de la valeur expérimentale (143×10^{-6}) :

» *Le mélange gazeux est donc moins compressible que ne le voudrait la règle des mélanges.*

» 2° Air atmosphérique. — Cet air, parfaitement desséché, nous a donné (à 16°)

$$A_1^2 = 5 \times 10^{-6}, \qquad \text{à } (\pm 0,5 \times 10^{-6}) \text{ près;}$$

ce nombre est intermédiaire entre ceux de l'azote, $A_1^2 = 3 \times 10^{-6}$, et de l'oxygène, $A_1^2 = 8 \times 10^{-6}$.

» La règle des mélanges donnerait pour l'air

$$A_1^2 = \frac{4 \times 3 + 1 \times 8}{5} \times 10^{-6} = 4 \times 10^{-6};$$

ce nombre est un peu inférieur à celui de l'expérience, mais l'écart entre les deux est de l'ordre des erreurs possibles.

» 3° Mélange d'hydrogène et d'oxygène. — Pour ce mélange, nous avons procédé à une double détermination.

» 1. *Mesure de l'augmentation de pression qui se produit par le mélange (à température et volume constants) des deux gaz primitivement à la même pression* (²). — Nous avons utilisé pour cette mesure l'appareil déjà employé par l'un de nous (³) dans des déterminations analogues pour d'autres mélanges.

» Deux ballons de verre de volumes sensiblement égaux, reliés par un robinet à trois larges voies, sont remplis, à 0° et à la pression atmosphérique, l'un d'hydrogène, l'autre d'oxygène; on établit ensuite la communication entre les deux ballons et on

---

(¹) *Comptes rendus,* 2 août 1897.

(²) Rappelons que cette augmentation de pression par le mélange de deux gaz a été mise en évidence dans des travaux récents (Leduc, *Comptes rendus* du 17 janvier 1898; Sacerdote, *Comptes rendus* du 24 janvier 1898), et que, pour les deux mélanges étudiés jusqu'à présent, elle était de $1^{mm},36$ de mercure pour ($CO^2 + SO^2$) et $0^{mm},08$ de mercure pour ($CO^2 + Az^2O$).

(³) P. Sacerdote, *Comptes rendus* du 24 janvier 1898.

laisse la diffusion s'accomplir pendant plusieurs jours, puis on mesure la pression finale.

» Voici les résultats d'une première expérience :

Pression de remplissage.................	765,80 mm
Après quatre jours de diffusion...........	765,88
Après vingt et un jours de diffusion......	765,95

» A ce moment, l'augmentation de pression était donc déjà de $0^{mm},15$ de mercure environ, et l'analyse du gaz contenu dans chacun des deux ballons a montré que, malgré la longue durée de cette diffusion, celle-ci n'était encore accomplie qu'aux $\frac{2}{3}$ environ.

» Dans une seconde expérience :

Pression de remplissage....................	$752^{mm},15$
Après six jours............................	$752^{mm},36$

» Mais on avait eu soin d'activer le mélange en entourant alternativement l'un et l'autre des ballons de glace et d'eau à 40°; cette opération avait été répétée une quinzaine de fois; l'analyse a montré que, dans ce cas, le mélange avait été complet.

» En résumé : le *mélange de l'hydrogène avec l'oxygène se fait avec une augmentation de pression de* $0^{mm},20$ *de mercure environ.*

» 2. *Compressibilité du mélange.* — Pour étudier la compressibilité, nous nous sommes servis du mélange obtenu par l'expérience précédente et qui contenait par suite des volumes sensiblement égaux d'hydrogène et d'oxygène purs et secs.

» Nous avons obtenu à 16° pour ce mélange (H + O) :

$$A_1^2 = (-2 \times 10^{-6}) \quad \text{à} \quad \pm(0,5 \times 10^{-6}) \text{ près.}$$

» Comme dans le cas du mélange ($CO^2 + SO^2$) ce nombre est nettement inférieur à la moyenne des A relatifs aux gaz séparés [-8×10^{-6} pour l'hydrogène et ($+8 \times 10^{-6}$ pour l'oxygène)]. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la décomposition de l'oxyde de carbone en présence des oxydes métalliques* (1). Note de M. **O. Boudouard**, présentée par M. Troost.

« Dans des Communications antérieures (2), j'ai étudié la décomposition de l'oxyde de carbone en présence des oxydes métalliques à la température de 445°. J'ai poursuivi ces recherches à 650° : ce sont les résultats obtenus que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie.

---

(1) Travail fait au Collège de France, laboratoire de M. H. Le Chatelier.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 98 et 307.

» Le dispositif expérimental employé est le même que précédemment; j'avais la précaution d'envelopper les tubes de verre dans une lame de clinquant de façon à les préserver des déformations que le verre peut prendre à la température de 650°; ce point 650° est en effet la limite à laquelle le verre se ramollit sans cependant fondre ni perdre la forme sous laquelle on l'a amené. Le verre employé était du verre vert, analogue à celui que l'on trouve couramment dans le commerce.

» Les tubes sont chauffés dans un four Mermet, et la température est repérée au moyen d'un couple thermo-électrique de M. H. Le Chatelier. J'ai employé le galvanomètre à lecture directe présenté, il y a quelque temps, à la Société de Physique, par M. Le Chatelier. Dans cet appareil, le cadre mobile est suspendu par un fil droit de $0^m,20$ de longueur, le fil de retour étant constitué par une spirale noyée dans le fer doux de façon à maintenir sa température constante; la sensibilité est suffisante, et l'on peut faire les mesures avec une approximation de 15°. J'ai aussi utilisé le galvanomètre à microscope, modèle Carpentier, qui donne une approximation plus grande que le précédent.

» Les résultats numériques obtenus sont les suivants :

1° *Oxyde de fer.*

Quantité d'oxyde.	8 minutes.		6 heures.		7 heures.		9 heures.	
gr	CO^2.	CO.	CO^2.	CO.	CO^2.	CO.	CO^2.	CO.
0,0673....	18,6	81,4	39,1	60,9	»	»	»	»
0,0224....	9,8	90,2	23,1	76,9	»	»	»	»
0,0022....	2,1	97,9	22,5	77,5	»	»	»	»

2° *Oxyde de nickel.*

Quantité d'oxyde.	CO^2.	CO.	CO^2.	CO.	CO^2.	CO.	CO^2.	CO.
0,15......	31,3	68,7	42,5	57,9	»	»	»	»
0,05......	6,9	93,1	27,5	72,5	»	»	»	»
0,005.....	1,5	98,5	25,0	75,0	»	»	»	»

3° *Oxyde de cobalt.*

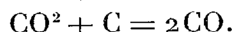
Quantité d'oxyde.	CO^2.	CO.	CO^2.	CO.	CO^2.	CO.	CO^2.	CO.
0,15......	39,7	60,3	61,5	38,5	61,0	39,0	63,0 60,0	37,0 40,0
0,05......	33,3	66,7	60,9	39,1	»	»	»	»
0,005.....	20,0	80,0	39,2	60,8	»	»	»	»

» La réaction de décomposition de l'oxyde de carbone est fonction du temps, et elle dépend aussi de la quantité d'oxyde métallique présent. La quantité d'acide carbonique formé croît d'une façon régulière, mais tandis qu'à 445° la décomposition de l'oxyde de carbone est totale, à 650° elle est limitée; les expériences faites en présence de l'oxyde de cobalt montrent que la réaction s'arrête lorsque le mélange gazeux contient 61 pour 100 de CO^2 et 39 de CO.

» Remarquons de plus qu'il faut encore un temps moins long, pour arriver au terme de la réaction, avec les oxydes de cobalt et de nickel. Avec ce dernier, cependant, la réaction semble aussi moins rapide. Mais, d'après le mode de chauffage employé, il se produit des variations inévitables de température qui, d'une expérience à l'autre, peuvent atteindre 25°, et comme la variation de décomposition entre 0 et 100 pour 100 se fait dans un intervalle très resserré de température, il peut y avoir des écarts notables entre des expériences censées faites à la même température. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la décomposition de l'acide carbonique en présence du charbon* (¹). Note de M. **O. Boudouard**, présentée par M. Troost.

« On sait qu'un courant d'acide carbonique, passant sur du charbon chauffé au rouge, dans un tube de porcelaine, lui cède la moitié de son oxygène et passe à l'état d'oxyde de carbone; on obtient ainsi un volume de gaz double de celui de l'acide employé



$$CO^2 + C = 2CO.$$

» Cette réaction se produit toutes les fois que, dans un fourneau allumé, se trouve une couche épaisse de charbon. L'acide carbonique, formé dans la partie voisine de la grille, se décompose en passant sur le charbon rouge et donne de l'oxyde de carbone qui se dégage à la partie supérieure. Si la température est suffisamment élevée, ce gaz brûle avec la flamme bleue bien connue.

» Je rappellerai que l'acide carbonique, comme auxiliaire de la gazéification, est employé dans le nouveau four Siemens, combiné pour permettre le passage des fumées sous le gazogène en telle proportion que l'on veut. Certains ingénieurs ont même émis l'idée qu'il pourrait être avantageux d'alimenter les gazogènes avec de l'acide carbonique non emprunté aux fumées, par exemple avec celui qui se dégage d'un four à chaux (²).

» Je me suis proposé d'étudier la réaction $CO^2 + C = 2CO$ au point de vue quantitatif, à diverses températures. Une première série d'expériences a été faite à 650°.

(¹) Travail fait au Collège de France, laboratoire de M. H. Le Chatelier.

(²) E. Damour, *Le chauffage industriel et les fours à gaz*, p. 93.

» Comme dans les recherches qui ont fait l'objet de la Note précédente, j'ai employé des tubes en verre dans lesquels j'introduisais le charbon; ces tubes, remplis de gaz carbonique et scellés à la lampe, étaient chauffés pendant des temps qui ont varié de huit minutes à douze heures. J'ai fait les expériences, soit en présence de charbon de bois préalablement débarrassé des gaz occlus qu'il peut contenir, soit en présence de charbon provenant de la décomposition de l'oxyde de carbone.

» J'ai obtenu les résultats suivants :

	I. Charbon de bois.		II. Charbon de CO.	
Temps.	CO^2.	CO.	CO^2.	CO.
8m	81,8	18,2	93,0	7,0
64m	71,7	28,3	88,1	11,9
6h	65,2	34,8	70,9	29,1
8h	63,1	36,9	»	»
9h	62,4	37,6	69,2	30,8
12h	61,5	38,5	»	»

» Dans les deux séries, l'allure du phénomène est la même; dans la seconde, la vitesse de réaction semble être moindre : il faut remarquer que la quantité de charbon présent est beaucoup plus petite (vingt-cinq fois). La décomposition de l'acide carbonique n'est donc pas totale; mais ce qu'il y a de particulièrement intéressant, c'est que la limite à laquelle on arrive est la même que celle trouvée en étudiant la décomposition de l'oxyde de carbone (61 pour 100 de CO^2 et 39 de CO). »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la dissociation de l'oxyde de mercure* (1). Note de M. H. **Pélabon**, présentée par M. Troost.

« La dissociation de l'oxyde mercurique peut être étudiée de deux façons différentes. On peut se demander quel est l'état d'équilibre auquel on arrive quand on maintient à une température fixe et pendant un temps suffisamment long un système renfermant de l'oxyde de mercure, de l'oxygène et du mercure *liquide;* et aussi comment se modifie cet état d'équilibre quand la température prend des valeurs différentes. Ou bien on peut rechercher comment est limitée la décomposition de l'oxyde de mercure quand on ne maintient en présence de ce corps solide qu'un mélange homogène d'oxygène et de *vapeur non saturée* de mercure.

(1) Travail fait au Laboratoire de Chimie générale de la Faculté des Sciences de Lille.

» Dans le premier cas la théorie thermodynamique de la dissociation indique que la tension de l'oxygène dans le système est fonction de la température seule ; elle ne dépend ni de la masse d'oxyde de mercure, ni de la masse de mercure, que le système peut contenir.

» L'expérience nous a permis de vérifier ce résultat.

» Nous avons maintenu à une température fixe des tubes scellés contenant de l'oxyde de mercure et du mercure en excès. Au bout d'un certain temps, ces tubes sont refroidis brusquement de manière à saisir la composition du système à la température de l'expérience. On détermine facilement la quantité de gaz oxygène contenue dans le tube et, connaissant le volume de celui-ci, on déduit, par un calcul simple, la valeur de la pression du gaz dans le système à la température de l'expérience. Le vide était fait préalablement dans les tubes, ou bien ceux-ci étaient remplis d'oxygène sec à une pression voisine de la pression atmosphérique.

» Entre 440° et 620°, limites de nos expériences, nous avons pu constater que les pressions limites de l'oxygène, exprimées en millimètres de mercure, sont très exactement représentées par la formule

$$\log p = \frac{m}{T} + n \log T + z, \tag{1}$$

où les constantes m, n et z ont les valeurs suivantes :

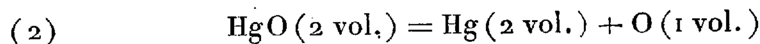
$$m = -27569,$$
$$n = -\quad 57,58,$$
$$z = +\quad 203,94711.$$

» Dans la formule (1), T représente la température absolue ; les logarithmes sont les logarithmes vulgaires.

» La pression de l'oxygène croît assez rapidement avec la température ; à 440° elle n'est mesurée que par quelques millimètres de mercure, à 610° elle est égale à 1240mm environ.

» Dans le cas où le système étudié ne renferme plus de mercure liquide à la température de l'expérience, la tension limite de l'oxygène dépend de la valeur de la tension de vapeur du mercure.

» Nous nous sommes proposé d'étudier un cas particulier, celui où l'oxygène et la vapeur de mercure se trouvent dans le mélange en proportions équivalentes. Le tube ne renferme au début que de l'oxyde de mercure qui se décompose suivant l'équation



$$\text{HgO}\,(2\text{ vol.}) = \text{Hg}\,(2\text{ vol.}) + \text{O}\,(1\text{ vol.}) \tag{2}$$

» Par le même procédé que celui qui est indiqué plus haut, nous avons pu déterminer, pour chaque valeur de la température, la tension limite de l'oxygène. Les nombres obtenus permettent de faire une vérification d'une conséquence de la théorie de la dissociation.

» On démontre, en effet, que, dans tous les cas, *pour un système comme celui qui nous occupe, le produit de la pression de l'oxygène par le carré de la pression de la vapeur de mercure est un nombre positif, dont la valeur dépend de la température seule* [1].

» Si l'on représente par π la pression de l'oxygène, par φ celle de la vapeur de mercure, on peut écrire

(3) $$\pi\varphi^2 = f(T).$$

» Appliquons cette formule, comme nous l'a indiqué M. Duhem, aux deux cas étudiés expérimentalement.

» Dans le premier cas, la tension de la vapeur de mercure est toujours égale à la tension de la vapeur saturée de ce liquide à la température de l'expérience; on aura donc :

(4) $$pF^2 = f(T).$$

» Dans le deuxième cas, d'après l'équation (2), la pression de la vapeur de mercure est constamment double de la pression P de l'oxygène; on peut écrire

(5) $$P \times (2P)^2 = 4P^3 = f(T).$$

» Des équations (4) et (5), on tire la relation

(6) $$pF^2 = 4P^3.$$

» Si cette relation est vérifiée, il est facile : 1° de démontrer que la pression P devra s'exprimer par une équation de la forme (1)

(7) $$\log P = \frac{M}{T} + N \log T + Z;$$

2° de calculer les coefficients M, N et Z de cette équation.

» Les valeurs de la pression P déduites de cette relation devront être celles que donne l'expérience directe.

» Comme l'a montré M. J. Bertrand [2] les valeurs de la tension maxima de la vapeur de mercure sont assez exactement représentées par la relation

(8) $$\log F = \frac{\mu}{T} + \nu \log T + \zeta,$$

à condition qu'on prenne pour valeurs des constantes respectivement les nombres :

$$\mu = -2010,25,$$
$$\nu = +\ 3,8806,$$
$$\zeta = -\ 4,79892.$$

---

(1) P. DUHEM, *Traité élémentaire de Mécanique chimique*, t. II, p. 332.

(2) J. BERTRAND, *Thermodynamique*, p. 101.

» Prenons les logarithmes des deux membres de l'équation (6) :

$$\log p + 2 \log \mathrm{F} = \log 4 + 3 \log \mathrm{P},$$

puis remplaçons $\log p$ et $\log \mathrm{F}$ par leur valeur; nous aurons

$$\log \mathrm{P} = \frac{m + 2\mu}{3\mathrm{T}} + \frac{(n + 2\nu)}{3} \log \mathrm{T} + \frac{\varepsilon + 2\zeta - \log 4}{3};$$

c'est la relation (7), si l'on pose

$$\mathrm{M} = \frac{m + 2\mu}{3}, \qquad \mathrm{N} = \frac{n + 2\nu}{3}, \qquad \mathrm{Z} = \frac{\varepsilon + 2\zeta - \log 4}{3},$$

ce qui donne immédiatement pour M, N et Z les nombres

$$\mathrm{M} = - 10529,8,$$
$$\mathrm{N} = - 16,61,$$
$$\mathrm{Z} = + 64,58240.$$

» La relation (7), avec ces valeurs particulières des constantes, donne pour P des valeurs qui sont à peu près celles que donne l'expérience. Voici du reste quelques nombres trouvés expérimentalement que nous plaçons en regard de ceux que l'on peut calculer au moyen de l'équation (7):

Températures.	P observé.	P calculé.
°	mm	mm
500	985	972
520	1392	1403
580	3610	3589
610	5162	5308

» La vérification de la relation (6) est suffisante si l'on tient compte des erreurs que l'on peut commettre dans la mesure de la pression du gaz et des températures supérieures à 500°.

» M. Myers (¹), qui a fait de nombreuses expériences sur la dissociation de l'oxyde rouge de mercure, a cru pouvoir conclure qu'à partir de 440° la décomposition de ce corps n'était plus limitée. Debray (²) avait donné des expériences de M. Myers une interprétation que les présentes recherches confirment pleinement. »

(¹) Myers, *Berichte der berliner chemischen Gesellschaft*, Bd. VI, p. 11; 1872.
(²) Debray, *Comptes rendus*, t. LXXVII, p. 123; 1863.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des chlorures bis-diazoïques de la benzidine, de l'ortho-tolidine, de la dianisidine sur les malonates d'éthyle et de méthyle* (¹). Note de M. G. Favrel, présentée par M. Friedel.

« L'action de l'acide malonique sur le chlorure de bis-diazo-diphényl a déjà été étudiée par Edgard Wedekind (²) qui, en faisant réagir ces substances, a obtenu un précipité rouge impur, qu'il regarde comme étant constitué par de l'hydrure de cyclodiphényl-formazyl.

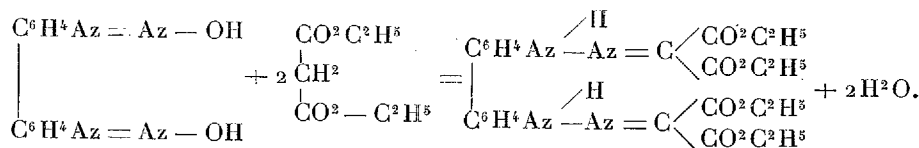
» Mes essais ont porté sur l'action des éthers maloniques cités en tête de la Note sur les chlorures bis-diazoïques en suivant d'abord une méthode analogue à celle qui m'a permis de préparer déjà les dihydrazones des éthers cyanacétiques et de l'acétylacétone. On obtient ainsi, en milieu alcalin, un précipité jaune rougeâtre, insoluble dans un excès d'alcali, qui, après dessiccation, se décompose facilement sous l'influence d'une faible élévation de température.

» En raison de cette instabilité le produit n'a pu être obtenu cristallisé et n'a pas été analysé.

» Les résultats sont tout différents si l'on opère en liqueur acétique :

» $18^{gr},4$ de benzine sont additionnés de 50^{cc} d'acide chlorhydrique à 40 pour 100, de 500^{cc} d'eau de glace, puis peu à peu de 200^{cc} de nitrite de soude normale. Dans le chlorure de tétrazo-diphényl ainsi obtenu, on verse 32^{gr} de malonate d'éthyle. Après une vive agitation on ajoute de l'acétate de soude en excès; le mélange se trouble et laisse bientôt déposer un précipité rougeâtre qui va en augmentant avec le temps. Au bout de vingt-quatre heures la réaction est terminée et l'on a un précipité qui, lavé complètement et séché, pèse 36^{gr}, soit un rendement de 75 pour 100.

» Après deux ou trois cristallisations dans le toluène chaud on obtient de belles lamelles jaunes fondant à 178°-180°, qui présentent la composition centésimale du diphényl-dihydrazone-malonate d'éthyle qui aurait pris naissance d'après l'équation



$$\begin{array}{l} C^6H^4Az = Az - OH \\ | \\ C^6H^4Az = Az - OH \end{array} + 2\,\begin{array}{l} CO^2C^2H^5 \\ CH^2 \\ CO^2 - C^2H^5 \end{array} = \begin{array}{l} C^6H^4Az\overset{H}{-}Az = C\begin{cases} CO^2C^2H^5 \\ CO^2C^2H^5 \end{cases} \\ | \\ C^6H^4Az\overset{H}{-}Az = C\begin{cases} CO^2C^2H^5 \\ CO^2C^2H^5 \end{cases} \end{array} + 2H^2O.$$

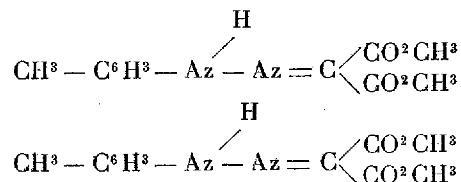
(¹) Université de Nancy : laboratoire des travaux pratiques de Chimie de l'École supérieure de Pharmacie.

(²) Edgard Wedekind, *Ann. Chem.*, t. CCXCV, p. 324.

» Le corps obtenu est insoluble dans les dissolutions aqueuses alcooliques alcalines. Par agitation avec l'alcool sodé il fournit un dérivé disodé de substitution.

» En opérant de même j'ai obtenu : le diphényl-dihydrazone-malonate de méthyle, fondant à 217°-220°.

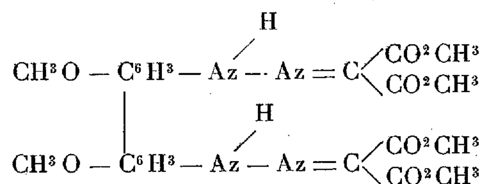
» Avec le chlorure de tétrazo-ditolyl-ortho, j'ai obtenu le ditolyl-dihydrazone-malonate de méthyle



fondant à 210°-212°;

» Le ditolyl-dihydrazone-malonate d'éthyle, fondant à 188°-190°.

» Avec le chlorure de bis-diazo-diphényl, j'ai obtenu : l'ortho-dianisyl-dihydrazone-malonate de méthyle



fondant à 268°-270°;

» L'ortho-dianisyl-dihydrazone-malonate d'éthyle, fondant à 190°-192°. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Recherche du mercure dans les produits des vignes traitées avec des bouillies mercurielles.* Note de MM. **Léo Vignon** et **J. Perraud.**

« Le sublimé corrosif ayant été récemment conseillé pour combattre les maladies cryptogamiques de la Vigne et en particulier le black rot, nous avons institué en 1898, dans le Beaujolais, des champs d'essais où nous avons expérimenté ce sel, à des doses différentes, dans le but de contrôler les effets qui lui étaient attribués.

» Le mercure et ses dérivés étant considérés comme toxiques, il nous a paru intéressant de rechercher ce corps dans les produits des vignes soumises au traitement du black rot par les bouillies mercurielles. Sa présence dans le vin, en quantité notable, serait évidemment un obstacle absolu à son emploi en viticulture, quelle que soit d'ailleurs la puissance de son action contre les maladies de la Vigne.

» Nous avons recherché le mercure dans le vin de tire, le vin de presse, la lie, le marc et, dans un cas, sur le raisin même, provenant de vignes traitées avec les bouillies suivantes :

» I. Sulfate de cuivre : 2^{kg}; chaux grasse : 2^{kg}; sublimé : 100^{gr}; eau : 100^{lit}.
» II. Sulfate de cuivre : 2^{kg}; chaux grasse : 2^{kg}; sublimé : 50^{gr}; eau : 100^{lit}.
» III. Sublimé : 50^{gr}; amidon : 500^{gr} (comme fixateur); eau : 100^{lit}.

» Le procédé d'analyse que nous avons suivi est celui qui a été indiqué récemment par M. Barillot et l'un de nous (¹); nous le résumerons brièvement.

» *Raisins.* — Les raisins ont été *d'abord* lavés deux ou trois fois par de l'eau distillée, en quantité suffisante pour les baigner, en s'aidant au besoin d'une brosse douce, pour dissoudre les combinaisons métalliques solubles. Une heure de digestion chaque fois, *puis* deux fois avec une solution aqueuse à 10 pour 100 d'eau régale en quantité suffisante pour baigner, oxydant et solubilisant les métaux sous forme insoluble. Douze heures de digestion chaque fois.

» *Vins.* — Les vins ont été filtrés pour en séparer la lie.

» *Lies.* — Les lies séparées du vin clair ont été traitées par l'eau régale à 10 pour 100.

» *Marcs.* — Les marcs ont été *d'abord* lavés deux ou trois fois à l'eau distillée, *puis* par l'eau régale à 10 pour 100, dans les mêmes conditions que les raisins.

» Les liqueurs aqueuses et les vins clairs ont été ensuite acidulés par 1 pour 100 d'eau régale et les liqueurs acides saturées à $\frac{9}{10}$ de leur acide par NaOH avant leur précipitation par H^2S.

» Le Tableau qui suit donne en milligrammes les poids de mercure trouvés :

Bouillie I.

	Mercure total (Hg) par litre.
	mgr
Vin de tire	0
Lie du vin de tire (provenant d'un litre)	0,6
Vin de presse	0,3
Lie du vin de presse (provenant d'un litre)	0,6

	Mercure	
	soluble (Hg) par kilogramme.	insoluble (Hg) par kilogramme.
Marc	traces, moins de $0^{mgr},37$	$2^{mgr},06$

(¹) Léo Vignon et Barillot, *Dosage du cuivre et du mercure dans les raisins, les vins, les lies et les marcs* (*Comptes rendus*, 6 mars 1899).

Bouillie II.

	Mercure total (Hg) par litre.
	mgr
Vin de tire	0
Lie du vin de tire (provenant d'un litre).	0
Vin de presse	traces, moins de 0,3
Lie du vin de presse (provenant d'un litre).	traces, moins de 0,3

	Mercure	
	soluble (Hg) par kilogramme.	insoluble (Hg) par kilogramme.
Marc	traces, moins de $0^{mgr},3$	$1^{mgr},3$

Bouillie III.

	Mercure total (Hg) par litre.
Vin de tire	traces
Lie du vin de tire (provenant d'un litre)	$1^{mgr},53$

	Mercure	
	soluble (Hg) par kilogramme.	insoluble (Hg) par kilogramme.
Raisins	traces	$2^{mgr},62$

» Ces analyses montrent que les produits de la fermentation des raisins traités aux bouillies mercurielles, aux doses données, ne renferment que des quantités minimes de mercure et qu'ils peuvent être, en conséquence, livrés sans danger à la consommation.

» Si, au point de vue de l'hygiène, l'utilisation du bichlorure de mercure pour le traitement des maladies de la Vigne ne paraît pas offrir d'inconvénients sérieux, il n'en est pas de même si l'on considère son action sur la végétation de la plante : sans entrer ici dans le détail des observations que nous avons pu faire à ce sujet, qu'il nous soit permis de dire que cette action a été néfaste dans nos expériences et que cette considération seule doit suffire pour faire rejeter l'emploi du sublimé corrosif comme traitement des maladies de la Vigne. »

M. **Berthelot** présente, au sujet de la Communication de MM. *L. Vignon* et *J. Perraud*, les remarques suivantes :

« La conclusion finale de cette Note, relative à l'influence néfaste des sels mercuriels dans la culture de la Vigne, est sage. Mais on doit faire

toutes réserves, à mon avis, en ce qui touche leur influence hygiénique sur le vin et sur les raisins, en raison de la présence que les auteurs ont constatée de doses sensibles de mercure dans le vin de presse, et de proportions plus notables dans les raisins. Les effets de ces petites quantités de mercure dans des produits alimentaires, susceptibles d'une consommation journalière et prolongée, doivent être tenus pour suspects et périlleux, aussi bien que ceux de toutes matières toxiques administrées à faible dose d'une façon continue. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Toxalbumine retirée de la chair d'anguille de rivière.* Note de M. **Elophe Bénech**, présentée par M. Arm. Gautier [1].

« Depuis la découverte de la toxicité du sang d'anguille par A. Mosso, en 1888, beaucoup de savants ont étudié cette question [2]. Il était naturel de se demander si les autres tissus de l'anguille de rivière ne contiendraient pas aussi quelque principe toxique analogue à celui de son plasma sanguin. Voici la série d'expériences que nous avons faites pour éclaircir ce point.

» On saigne avec soin l'anguille, en lui coupant la tête en avant du cœur; on lui enlève la peau; on la vide en séparant avec précaution les organes et vaisseaux abdominaux. Puis, par deux incisions longitudinales faites à la région dorsale, on détache la chair des deux côtés de l'arête. On a ainsi deux filets d'une blancheur mate qu'on lave encore par excès de précaution pour enlever toute trace de sang.

» Ainsi préparée, la chair de l'animal est finement broyée dans un moulin puis complètement écrasée dans un mortier avec du sable. Ce temps de l'opération est très important pour le rendement. On ajoute alors à la masse une quantité d'eau égale au poids initial de la chair traitée. On prolonge le contact pendant vingt heures en lieu froid, en ayant soin d'agiter de temps en temps. On soumet alors à la centrifugeuse; on décante la liqueur claire, on filtre, et l'on a un premier liquide A, rosé par transparence, mais qui reste toujours un peu louche malgré les filtrations successives. On peut constater déjà qu'il contient un principe toxique, car, injecté à la dose de 15^{cc} dans la veine marginale de l'oreille d'un lapin, celui-ci meurt quelques jours après.

» Le liquide A, décanté après centrifugation, il reste un résidu très abondant B. On

(1) Travail fait au laboratoire de M. le professeur Arm. Gautier.

(2) On trouvera l'historique complet de leurs travaux dans la récente publication de MM. Gley et Camus (*Archives internationales de Pharmacodynamie*, vol. V, fasc. III et IV).

le soumet pendant douze heures à un courant d'eau pour enlever tous les principes solubles, puis, successivement, on en retire les *globulines*, solubles dans une solution de NaCl à 6 pour 100, les *syntonines* chlorhydriques obtenues avec une solution de HCl à 0,33 pour 1000; enfin, les *nucléo-albumines*, solubles dans le carbonate de soude étendu.

» *Aucun de ces principes n'est toxique.*

» Reprenons, au contraire, la solution A, et ajoutons-lui un grand excès de sulfate d'ammoniaque sans arriver toutefois à la saturation. Il se forme un précipité qu'on sépare par centrifugation. On le reprend par le minimum d'eau distillée et l'on dialyse. On obtient ainsi une solution qui, filtrée, est parfaitement limpide, de couleur rappelant celle du bouillon clair, légèrement fluorescente avec des reflets bleuâtres. Elle est neutre ou à peine acidule au tournesol. Voici ses principales réactions :

» Avec le sulfate d'ammoniaque à saturation, précipité abondant; avec NaCl, précipité plus faible; avec SO^4Mg, pas de précipité. Les acides acétique, chlorhydrique, sulfurique, azotique donnent un léger trouble, mais un excès le redissout. Les bases n'ont aucune action; par contre, le précipité dû aux acides se redissout immédiatement quand on ajoute une quantité suffisante de base, d'ammoniaque en particulier. L'alcool forme un coagulum abondant. La liqueur primitive donne facilement à froid la réaction du biuret. Elle précipite par les réactifs de Tanret, d'Esbach, de Méhu; par le tannin, par $PtCl^4$. Elle donne la réaction de Millon.

» Desséchée à froid dans le vide, la solution abandonne une poudre blanc jaunâtre, de saveur désagréable et d'arrière-goût âcre.

» L'analyse élémentaire d'un échantillon séché à 110° et bien dialysé a donné la composition centésimale suivante :

I. C = 50,31; H = 7,95; Az = 15,60;
II. C = 50,04; H = 7,81; Az = 16,61.

» Cette albumine ne contient ni phosphore, ni manganèse; on y trouve des traces de fer.

» Une anguille du poids de 600^{gr} en fournit en moyenne 2^{gr} à $2^{gr},50$.

» *Cette albumine est toxique.* — On en prend $0^{gr},20$ qu'on dissout dans 40^{cc} d'une solution physiologique de NaCl. La solution est très légèrement acide; elle est opalescente.

» On en injecte 8^{cc} dans la veine marginale de l'oreille d'un lapin du poids de $2^{kg},210$. L'injection n'est pas douloureuse. Détaché, l'animal ne présente d'abord rien de particulier; mais, quelques minutes après, les symptômes d'intoxication apparaissent. L'animal se replie sur lui-même et mâchonne. Pas de sialorrhée, ni de larmoiement. Émission d'urine. Le lapin est haletant et tient la tête haute. Puis, peu à peu il se couche sur le ventre; le train postérieur paraît se paralyser. Les jambes ont une tendance à s'écarter, et l'animal, comme gagné par une somnolence qui va toujours croissant, est obligé de faire des efforts pour les ramener sous lui. En même temps, la sensibilité diminue et, quatre heures après l'injection, l'animal ne manifeste plus aucune douleur aux piqûres d'épingle. La paralysie continue à faire des progrès; la tête reste toujours en opisthotonos; il y a du myosis. Si l'on percute alors soit la colonne vertébrale, soit les muscles de l'arrière-train, soit même le ventre, on pro-

voque l'apparition de convulsions cloniques. Six heures après l'injection, la mort survient.

» L'autopsie faite une demi-heure après montre une congestion de tous les organes abdominaux; la vessie contient 10^{cc} environ d'urine épaisse, noire de sang; le cœur droit est rempli d'un sang noir à demi coagulé.

» En somme, cette albumine tue un lapin en six heures à raison de 2 centigrammes par kilogramme d'animal, mais cette toxicité est variable d'une anguille à l'autre.

» Si la dose injectée est très faible, l'animal survit quelque temps; mais il mange peu, maigrit considérablement, et l'on voit survenir vers la fin les mêmes phénomènes que dans l'intoxication aiguë : myosis, insensibilité, troubles urinaires, paralysie et mort.

» *La solution de cette albumine toxique est très sensible à l'action de la chaleur.* — A 20°, la liqueur change d'aspect et devient plus opalescente; à 30°, elle louchit; à 35°, des flocons apparaissent; à 45°, on a un précipité au bout de quelques minutes; à 55°, précipité abondant.

» On prend la solution qui, dans l'expérience précédente, a tué un lapin en six heures à raison de 2 centigrammes d'albumine par kilogramme d'animal, et on la met quinze heures à l'étuve à 40°. On filtre le coagulum, et l'on en injecte une quantité égale, soit 8^{cc}, à un autre lapin : l'animal ne meurt pas.

» *En injection intra-veineuse, cette solution d'albumine retarde la coagulation du sang.* — On en injecte 10^{cc} contenant $0^{gr},10$ de résidu sec à un lapin de 2200^{gr}. L'animal est immédiatement paralysé du train postérieur, myosis, respiration haletante. On le saigne quinze minutes après l'injection; son sang ne se coagule qu'au bout d'un quart d'heure. Le lendemain, on constate que le sérum fortement coloré se sépare mal du caillot. On en injecte 5^{cc} à un lapin du poids de 2050^{gr}, aucun accident apparent.

» *Au contraire,* in vitro, *cette solution toxique paraît favoriser la coagulation.* — Nous citerons seulement une expérience faite avec du liquide péritonéal de cheval. Dans une série de quatre tubes, on met :

» I. 10^{cc} de liquide péritonéal + $0^{cc},5$ de sérum de sang de lapin + 10 gouttes de sérum de sang d'anguille. Coagulation en cinq minutes;

» II. 10^{cc} de liquide péritonéal + $0^{cc},5$ de sérum de sang de lapin + 1^{cc} de solution de sérum d'anguille. Coagulation en sept minutes;

» III. 10^{cc} de liquide péritonéal + $0^{cc},5$ de sérum de sang de lapin + 3 gouttes de sérum d'anguille. Coagulation en quinze minutes;

» IV. 10^{cc} de liquide péritonéal + $0^{cc},5$ de sérum de sang de lapin + 5^{cc} de sérum physiologique. Coagulation en vingt minutes.

» M. le Dr Chibret a bien voulu examiner lui-même cette solution d'albumine toxique. Par sa méthode particulière, il a vu qu'alors que le coefficient normal de dilution pour l'albumine ordinaire donnant, avec l'iodure de potassium ioduré, l'opalescence-étalon est égal à 40000 et que les albumines urinaires toxiques ont, en général, un coefficient beaucoup plus élevé, l'albumine retirée de la chair d'anguille a pour coefficient de dilution 8000. En outre, tandis qu'avec les albumines urinaires l'opalescence

décroît avec l'acidité du milieu, dans le cas actuel, l'opalescence croît avec elle, fait que M. Chibret n'avait déjà observé que pour la toxine tétanique. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Prédispositions morbides de la période puerpérale. Hyperglycémie et déminéralisation* (1). Note de M. **A. Charrin**, présentée par M. d'Arsonval.

« Plus les connaissances bactériologiques se développent, plus on voit grandir l'importance des modifications de l'organisme propres à influencer la multiplication et le fonctionnement des microbes. En dehors des agents absolument spécifiques, ces microbes le plus ordinairement végètent à la surface des revêtements cutanés ou muqueux, des canaux communiquant avec l'air ; ils attendent l'heure du changement qui va créer un milieu favorable, ce qu'on appelle la *prédisposition*.

» Malheureusement, il est plus aisé de savoir ce que sont, en partie au moins, ces bactéries, que de déterminer avec précision les variations d'ordre chimique survenues dans la composition des tissus ou des humeurs de l'économie ; on est habituellement réduit à se contenter de l'emploi de certaines expressions, telles que *modifications du terrain, prédispositions, opportunité,* etc.

» On sait, par exemple, que, au voisinage des accouchements, des streptocoques, des pneumocoques, des coli-bacilles, etc., engendrent une série d'infections; on connaît ces germes, fréquemment leur provenance. Mais pourquoi évoluent-ils à ce moment, alors qu'ils vivaient quelque temps avant d'une existence latente ?

» On a accusé les émotions, les hémorragies qui accompagnent ces accouchements, parfois l'état des viscères, plus souvent la plaie placentaire, etc. Or, dans plus d'un cas, ces émotions font défaut, ces hémorragies sont sans inconvénient sérieux, les lésions viscérales demeurent insaisissables ; quant au traumatisme utérin, il se borne, en ouvrant la porte au virus, à exercer une action locale qui ne saurait être confondue avec la tare générale des plasmas. En somme, ces facteurs, capables à la vérité d'intervenir dans quelques circonstances, sont assez souvent inconstants ou insuffisants : dans ces conditions, on ne peut se contenter de semblables explications, tout en admettant la portée théorique de ces causes. — Il devenait, dès lors, nécessaire d'entreprendre quelques recherches.

(1) Travail du Laboratoire de Médecine expérimentale (Hautes Études).

» Après d'autres auteurs, j'ai étudié la glycosurie de la grossesse ; je l'ai observée jusqu'à 40 fois sur 100 ; j'ai enregistré de nombreux éléments de variations, tels que l'heure des repas, la nature du régime, etc. ; j'ai décelé avant tout du glycose (fixation des osazones) ; quelquefois, en particulier au neuvième mois ou après l'accouchement, du lactose ; par exception, du lévulose ou du saccharose.

» Mais le point intéressant de ces recherches, c'est qu'il suffit de faire ingérer 60^{gr} à 120^{gr} de ce glycose pur, à ces femmes arrivées au terme de leur grossesse, pour faire apparaître le phénomène de la glycosurie dite *alimentaire ;* or, à l'état normal, ces mêmes femmes, pour aboutir à ce même résultat, sont obligées d'élever cette dose à 140 ou 180.

» Cette constatation, réalisée dans mon service par M. Brocard, prouve que la consommation du sucre, dans ces conditions, est ralentie. Comme, d'autre part, l'économie produit des quantités notables de ce sucre, il découle de cette donnée, à titre de conséquence fatale, l'accumulation de ce corps, autrement dit l'hyperglycémie. Or, tous les expérimentateurs sont d'accord pour proclamer que cette hyperglycémie favorise l'éclosion du mal ; la clinique formule un semblable enseignement.

» Il y autre chose. — D'après Bunge, Lapicque, les tissus du nouveau-né sont relativement riches en fer. D'où vient ce produit ? On ne saurait invoquer le lait, d'abord parce que ce liquide en contient fort peu, en second lieu parce qu'il est possible de déceler son existence avant la lactation.

» On est, par suite, conduit à admettre que ce principe dérive de l'économie maternelle. Toutefois, il convient de l'établir ; il convient plus encore d'examiner si le rejeton l'emprunte au fer circulant, au fer alimentaire de la mère ou au fer de constitution : l'expérimentation seule pouvait fournir la réponse.

» Dans quinze séries d'expériences, avec M. Guillemonat, j'ai dosé cette substance, par la méthode de Lapicque, dans deux des viscères assez abondamment pourvus, c'est-à-dire le foie et la rate ; j'ai opéré sur un nombre égal de femelles pleines et de femelles normales.

» Pour le foie, les différences sont légères ; elles ne dépassent pas les limites de l'erreur possible, puisque la moyenne atteint, chez les cobayes grosses, $0^{cgr},20$ et $0^{cgr},24$ chez les secondes. — Voici, du reste, quelques-uns des chiffres obtenus, pour les femelles en état de gestation : 0,20 ; 0,17 ; 0,15 ; 0,13 ; 0,10 ; 0,34 ; 0,28. — L'analyse des glandes hépatiques des cobayes non pleines a donné les nombres suivants, en rapportant à 1000, comme pour la précédente série : 0,20 ; 0,17 ; 0,28 ; 0,26 ; 0,20 ; 0,28 ; 0,38 ; etc.

» Par contre, le fer de la rate, dans le cas de grossesse, fournit, toujours pour 1000 :

0,75; 0,72; 0,46; 2; 1,07; 0,71. — Si l'on s'adresse aux animaux hors de la gestation, on enregistre ordinairement des poids plus considérables : 2,24; 1; 2,76; 2,28; 0,72; 1,17; 0,94; etc.

» Quant aux moyennes, elles atteignent, pour 1000, 1gr,01 pour le premier groupe et 1,42 pour le deuxième. — Si l'on considère le fer total de ce tissu splénique, ces moyennes tombent à 0,72 et 0,94 pour les femelles normales.

» A s'en tenir aux cas examinés, il semble donc, en dépit des variations individuelles, que, dans les conditions où nous nous sommes placés, dans la grande majorité des faits observés, le fer de la rate diminue sensiblement pendant que les fœtus se développent.

» Existe-t-il une relation entre le degré de cette diminution et le nombre de ces fœtus? Quelques constatations très insuffisantes pourraient le faire supposer; c'est ainsi qu'une femelle portant cinq rejetons ne possédait plus que 0,46 pour 1000 de composés ferrugineux, tandis qu'une autre, dont l'utérus renfermait un unique petit, en avait encore 1,07.

» On a le droit d'être plus affirmatif au sujet des oscillations de poids que présente ce viscère splénique. Ce viscère, en effet, augmente, passe de 0,40 à 0,65, plus tard à 0,92, poursuivant même cette augmentation un peu après la mise bas. En revanche, la pathogénie de cet accroissement reste inconnue; s'agit-il de changements en rapport soit avec cet appauvrissement en fer, soit avec la genèse des globules ou la masse du sang, soit avec des modifications du foie, etc.? Nous l'ignorons.

» Quoi qu'il en soit, l'organisme paraît subir fréquemment, à l'heure de l'accouchement, une déminéralisation, consistant dans le passage de proportions variables de fer aux éléments en formation. Or, il n'est pas un expérimentateur qui ne considère cette modification par spoliation comme une cause certaine d'affaiblissement (1) : l'économie peut donc être doublement préparée à l'évolution des maladies : par l'hyperglycémie qui avant tout facilite la pullulation des parasites, par la déminéralisation qui atténue l'énergie de la résistance; par ces deux éléments réunis, par l'un ou par l'autre.

» A vrai dire, on doit parfois compter tantôt avec les facteurs secondaires dont nous avons parlé, tantôt avec les influences qui dérivent de l'activité de la nutrition si notablement ralentie, à divers égards, pendant

---

(1) Avec M. Levaditi, au cours d'expériences inédites, nous avons pu faire naître une sorte d'état réfractaire, avec sérum microbicide, en usant des matières minérales. D'autre part, Buchner supprime le pouvoir bactéricide des plasmas en supprimant les sels, etc.

la grossesse, comme nous l'établirons par l'étude de la marche de l'amaigrissement, du volume de l'urine, des proportions de l'urée, de la valeur de la thermogénèse, etc. Néanmoins, on est, dès à présent, en mesure de remplacer les mots de *variations de terrain* par des réalités définies, par des formules précises.

» Il est inutile d'ajouter que, du moment où l'on commence à dévoiler la pathogénie de certains troubles morbides, on est en droit d'espérer qu'un instant viendra où l'on saura s'opposer à la réalisation du mécanisme de ces troubles : on entrevoit aisément les conséquences pratiques. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Action du pancréas sur la toxine diphtérique* (1). Note de MM. **Charrin** et **Levaditi**, présentée par M. d'Arsonval.

« Certaines toxines, telles que celles des bacilles pyocyanique, diphtérique, tétanique, etc., introduites dans l'intestin, sont atténuées dans des proportions variables : les expériences que nous avons poursuivies ne laissent aucun doute à cet égard. — Nous avons pu aller plus loin et dévoiler, dans quelque mesure, le mécanisme d'ailleurs complexe de ces modifications; les sécrétions de la muqueuse agissent sur ces produits microbiens, leur font subir une vraie digestion; d'autre part, en évoluant dans ces liquides, les bactéries les altèrent.

» En continuant nos recherches, nous avons pu mettre clairement en évidence l'intervention du pancréas ou plutôt de ces sécrétions (2).

» *Expérience I.* — Le 26 janvier 1899, on recueille, sur un chien de 16^{kg}, au moment même de la mort, un pancréas de 16^{gr} et une masse musculaire de même poids.

» On injecte, dans chacun de ces deux tissus, 5^{cc} d'une toxine diphtérique tuant à la dose de $0^{cc},05$, soit par conséquent cent fois la quantité mortelle.

» On place à l'étuve ces organes disposés dans des cristallisoirs stérilisés; on tient le plus grand compte des liquides qui peuvent s'échapper de ces tissus. Puis, après vingt-deux heures de séjour à 39°, on les triture avec du verre pilé, en ayant soin d'ajouter, de part et d'autre, 7^{cc} d'eau salée; on filtre et sur du papier et à la bougie, avant d'injecter ces extraits.

---

(1) Travail du laboratoire de Médecine expérimentale (Hautes Études).

(2) Nencki, Sieber et Schoumov-Siemanovsky ont montré cette action du pancréas *in vitro* et *in vivo;* nous l'avons nous-mêmes déjà indiquée : aujourd'hui nous établissons le fait avec quelques détails. — Divers auteurs ont étudié ce rôle de l'intestin.

» Le 28 janvier, un cobaye de 420gr reçoit le produit pancréatique : il résiste. — Chez un cobaye pesant 350gr, on fait pénétrer celui de ces extraits qui provient du muscle : il succombe le 29, en présentant des capsules surrénales remplies de sang.

» Cette expérience bien souvent répétée nous a donné constamment ce résultat qui semble mettre en évidence l'action atténuante du pancréas. — Toutefois, on est en droit de se demander si cette atténuation n'est point un phénomène banal se réalisant aussi dans le muscle : la mort dans cette hypothèse dépendrait des poisons musculaires.

» On peut répondre négativement en s'appuyant sur la nature hémorragique, sur la localisation capsulaire des lésions, sans parler de l'entérite, de la congestion des autres viscères ; ces caractères indiquent l'intervention de la sécrétion du bacille de Löffler. Néanmoins une réponse expérimentale directe a plus de valeur.

» *Expérience II.* — Le 9 février 1899, on tue par le chloroforme un chien de 11kg ; on prend de suite le pancréas qui pèse 14gr et deux masses musculaires *a* et *b*, pesant chacune 12gr ; on fait pénétrer 5cc de toxine diphtérique dans ce pancréas et la masse musculaire *a*, tandis que la masse *b* reçoit 5cc d'eau salée.

» On place ces tissus à l'étuve. — Au bout de dix heures on les triture, après une addition de 25cc d'eau salée à chacun d'eux, on filtre sur porcelaine et l'on injecte ces trois liquides, le premier, celui du pancréas, à un cobaye I du poids de 420gr ; le second, celui de la masse *a*, à un cobaye II, de 400gr ; le troisième, celui de la masse *b*, à un animal III pesant 410gr ; seul le cobaye II, qui a reçu la toxine introduite dans le muscle, périt.

» On est dès lors autorisé, en présence de la survie du cobaye III, à exclure l'influence de ces poisons musculaires.

» Le pancréas exerce donc une réelle action atténuante sur ces principes bactériens ; la putréfaction a sa part ; mais, si l'on maintient ces tissus à 39° durant quelques heures seulement, si on les retire au moment où cette putréfaction commence, on continue à enregistrer, à des degrés variables, l'existence de ces modifications de la toxine.

» Il est, du reste, aisé de prouver la réalité de cette influence du pancréas ou mieux de ses sécrétions, en supprimant, au préalable, les qualités fonctionnelles de ce viscère, l'activité de ces sécrétions.

» *Expérience III.* — Le 3 février 1899, on recueille deux parties, de poids égaux, d'un même pancréas ; la partie A est portée à 72°-74° pendant quinze minutes ; on la triture ensuite avec du sable fin, en ajoutant 25cc d'eau physiologique ; la partie B subit le même traitement, sauf le chauffage. — Après un séjour de deux heures à 38°, on filtre à la bougie.

» On introduit alors 12^{cc} de chacun de ces deux extraits dans des flacons d'Erlenmayer qu'on porte à 38°, dès qu'on a introduit, dans l'un et dans l'autre de ces flacons, un petit cube d'albumine. Or, seul le cube déposé dans celui de ces récipients qui contient le produit de B se ramollit, devient plus petit : la chaleur a supprimé, suivant la règle, l'activité de A.

» *Expériences IV et V.* — Le 3 mars, on prend deux morceaux α et β de pancréas de poids identique; on injecte dans leur épaisseur 5^{cc} d'eau renfermant 7 pour 1000 de chlorure de sodium, puis on chauffe α à 74°.

» A ce moment, α et β reçoivent, le premier 2^{cc} de toxine, le second 4^{cc}; on les place alors durant vingt-deux heures à l'étuve; on les retire pour les triturer dans 30^{cc} d'eau salée. — Au bout de trois heures d'un nouveau séjour à 40°, on filtre.

» Chez un cobaye de 480^{gr} on introduit 7^{cc} du liquide qui provient du morceau α, puis $18^{cc},5$ du produit dérivé de β chez un autre cobaye du poids de 490^{gr} : or, le premier succombe empoisonné par la toxine, résultat prouvant que, si l'on supprime par la chaleur les attributs diastasiques des sécrétions pancréatiques, cette modification de la toxine n'a pas lieu.

» Nous avons même précisé ces conditions, en nous bornant, dans une expérience V, à élever la température du pancréas à 65°-68°; dans ce cas, cette modification s'est produite, mais d'une façon peu marquée; il est nécessaire d'atteindre le degré fixé par la physiologie, en tenant compte de l'humidité du milieu où l'on opère.

» Ainsi, il est évident que le pancréas agit par ses éléments diastasiques; il doit vraisemblablement opérer une sorte de digestion. Toutefois, à coup sûr, le processus *ne relève pas d'un mécanisme antitoxique.*

» *Expérience VI.* — Le 6 mars 1899, on porte à 73° un fragment **1** de pancréas; on le triture après vingt et une heures de séjour à l'étuve, en l'additionnant de 5^{cc} d'eau salée à 7 pour 1000; on fait de même pour un fragment **2** de poids semblable qui n'a été soumis à aucune influence thermique. — Le 8 mars, un cobaye *a*, de 400^{gr}, reçoit sous la peau du flanc droit $1^{cc},5$ du liquide extrait du fragment pancréatique **1** et, sous la peau du flanc gauche, $0^{cc},25$ de toxine diphtérique diluée et filtrée, représentant une dose mortelle. — A un cobaye *b* on injecte, à droite, $1^{cc},5$ de l'extrait du fragment **2** et, de même, $0^{cc},25$ de cette toxine à gauche. — Chez un cobaye *c*, on fait pénétrer, d'un côté, $1^{cc},5$ d'eau physiologique à 7 pour 1000 de NaCl, de l'autre, $0^{cc},25$ de ce poison du bacille de Löffler. — Enfin, à un cobaye *d*, on administre simplement $0^{cc},25$ de ce poison.

» Le cobaye *b* meurt le premier, le 10 mars, probablement sous l'influence des sécrétions diastasiques qui, en dehors d'une lésion locale, d'une sorte d'escarre, conséquence de la digestion des tissus, ont engendré un léger empoisonnement.

» Les cobayes *c* et *d* périssent le 11; le cobaye *a*, le 12.

» Il est donc manifeste qu'on ne saurait invoquer un processus antitoxique. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *La mort par les courants électriques* (*courant continu*). Note de MM. **J.-L. Prevost** et **F. Battelli**, présentée par M. A. Bouchard.

« Dans une Note présentée le 13 mars 1899, nous avons résumé les résultats que nous a fournis l'étude de l'action des *courants alternatifs* sur diverses espèces animales (*chien, cochon d'Inde, lapin, rat*). Depuis lors nous avons continué ces recherches en expérimentant l'effet des *courants continus* sur les mêmes espèces animales.

» Ce sont ces expériences qui forment le sujet de la présente Note.

» Nous nous sommes servis du courant continu qui sert à la distribution de l'énergie électrique dans la ville de Genève. Le pôle positif est représenté par le fil distributeur, le pôle négatif est constitué par le sol. Entre les deux pôles, il existe une différence de potentiel de 550 volts. Pour diminuer ce voltage, nous avons employé un rhéostat à spirale, sur lequel on prenait en dérivation le courant à tension abaissée. Les autres dispositifs des expériences étaient les mêmes que nous avions employés précédemment. En général l'électrode positive était placée dans la bouche, la négative sur les cuisses bien rasées et dans le rectum.

» Le mécanisme de la mort par les courants continus est semblable dans ses grandes lignes à celui que l'on constate avec les courants alternatifs; toutefois on peut signaler plusieurs notables différences.

» Les *chiens* meurent par paralysie du cœur avec des tensions relativement basses (50 à 70 volts), tandis que la respiration continue encore pendant plusieurs minutes. Les ventricules présentent les trémulations fibrillaires dont nous avons parlé dans notre précédente Communication, les oreillettes continuant à battre. Il est, par conséquent, inutile en pareille circonstance de pratiquer la respiration artificielle.

» Avec les voltages les plus élevés dont nous disposions (550 volts) le cœur est arrêté par une seule secousse (fermeture et rupture), la respiration est suspendue pendant plusieurs secondes, puis elle reprend, mais faible et superficielle et ne tarde pas à s'arrêter.

» Pour provoquer les trémulations fibrillaires des ventricules avec un courant continu, il faut une tension d'au moins 50 à 70 volts, les électrodes étant placées dans la bouche, dans le rectum et sur les cuisses, tandis qu'une

tension de 10 volts suffit avec le courant alternatif. Mais tandis qu'avec le courant alternatif la durée du contact doit être au minimum d'une seconde, avec le courant continu une seule secousse (savoir le temps nécessaire pour fermer et ouvrir le courant, soit environ un dixième de seconde) suffit pour obtenir ce résultat.

» Chez les *cochons d'Inde* le cœur peut aussi être mis en trémulations fibrillaires. Pour produire ce phénomène il faut un courant d'une tension d'environ 100 volts; mais la paralysie du cœur produite par le courant continu paraît être moins définitive qu'avec le courant alternatif. Assez souvent le cœur se remet à battre après avoir présenté des trémulations fibrillaires; mais, dans d'autres cas, le cœur s'arrête définitivement surtout si le voltage n'est pas trop élevé. Une tension de 200 à 300 volts paraît être la plus favorable pour arrêter le cœur. Il est bien rare, au contraire, que le cœur soit paralysé par un voltage de 550 volts.

» Chez le *lapin*, l'état fibrillaire du cœur n'est généralement que momentané, aussi l'animal ne meurt que rarement à la suite de l'arrêt du cœur. Chez lui, l'arrêt de la respiration ne fut que momentané avec l'emploi des plus hauts voltages dont nous disposions (550 volts). Les lapins soumis à ces courants pendant plusieurs secondes se sont remis après une phase plus ou moins longue d'affaissement général.

» Chez les *rats*, le cœur ne peut être mis en trémulations fibrillaires durables. Avec des voltages de 400 à 550 volts, nous avons constaté l'arrêt des contractions des oreillettes pendant une à deux minutes, tandis que les ventricules continuaient à battre.

» Chez tous ces animaux la *sensibilité* paraît être plus fortement atteinte par les courants continus que par les courants alternatifs.

» Il en est de même de la *respiration :* ainsi avec une tension de 550 volts et avec un contact d'une seconde le *cochon d'Inde* et le *rat* meurent par paralysie de la respiration, le *lapin* présente une respiration très faible, mais qui se rétablit peu à peu; le *chien* n'exécute que quelques faibles inspirations qui s'arrêtent bientôt car le cœur est chez lui irrévocablement paralysé.

» Dans une Communication faite à l'Académie des Sciences (4 avril 1887) M. d'Arsonval a affirmé que les courants continus ne sont dangereux que par l'extra-courant de rupture. Or les courants que nous avons employés ne présentent qu'un faible extra-courant de rupture, notre circuit étant en dérivation sur le courant principal.

» Pour étudier l'influence que peuvent offrir les secousses de fermeture et de rupture des courants continus, nous avons employé un rhéostat liquide offrant une résistance de zéro à 15000 ohms.

» Ce rhéostat était placé dans le circuit de l'animal et permettait d'augmenter ou de diminuer à volonté la résistance. Nous pouvions ainsi supprimer presque complètement les secousses de fermeture et de rupture. Nous avons obtenu les résultats suivants :

» La *respiration* et la *sensibilité* se comportent de même qu'il y ait ou non des secousses de fermeture et de rupture.

» Les *convulsions* sont, au contraire, surtout provoquées par la secousse de rupture.

» Quant au *cœur* les trémulations fibrillaires peuvent survenir sans que le circuit soit fermé ou ouvert brusquement. En voici un exemple :

» Chez un cochon d'Inde anesthésié par l'éther, on met à nu le cœur, en pratiquant la respiration artificielle. Les électrodes sont placées dans la bouche et sur les cuisses rasées. On introduit dans le circuit une grande résistance et l'on fait passer le courant. Le cœur continue à battre.

» On enlève peu à peu la résistance : il arrive un moment où les ventricules cessent de battre en offrant des trémulations fibrillaires.

» Si l'on introduit alors peu à peu la résistance, le cœur reste paralysé et l'animal meurt malgré la respiration artificielle.

» Si, au contraire, dans une expérience, disposée de la même manière, on rompt brusquement le circuit, sans introduire la résistance, les ventricules reprennent souvent leur rythme normal, quand toutefois le voltage est suffisamment élevé (par exemple 460 volts).

» C'est là un fait analogue à celui que nous avons constaté avec les courants alternatifs, savoir qu'une excitation violente peut faire cesser les trémulations fibrillaires du cœur.

» Chez les chiens, nous n'avons pas pu ranimer le cœur par un courant continu. Il est possible que la cause en soit dans le fait que le voltage de 550 volts n'offrait pas une tension suffisante pour arriver à ce but.

» L'examen des tracés de la pression artérielle semble indiquer l'absence d'une excitation vaso-motrice que produisent, au contraire, les courants alternatifs. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Recherches sur les terminaisons nerveuses sensitives dans les muscles striés volontaires* (1). Note de M. **D. Poloumordwinoff**, présentée par M. Ranvier.

« D'après ce qui est connu relativement à l'innervation du tissu musculaire, les muscles striés volontaires seraient dépourvus des appareils terminaux sensitifs; tous les phénomènes de la sensibilité des muscles, soit le sens musculaire, soit les sensations douloureuses, trouveraient leur explication dans la présence de terminaisons nerveuses spéciales dans les tendons, fascies, tissu interstitiel des muscles, en un mot, dans le tissu conjonctif exposé à l'influence mécanique de la part des muscles à l'état de contraction.

» En étudiant les muscles striés ordinaires des Torpilles. j'ai trouvé des terminaisons particulières qui, ni par la forme, ni par leur structure, ni par les dimensions, ne ressemblaient aux terminaisons motrices. C'est ce qui m'a décidé à soumettre à l'examen histologique les muscles de différents animaux, et à déterminer le caractère de ces appareils, au moyen de la section des racines de la moelle épinière.

» Chez tous les animaux que j'ai examinés : *Raia clavata* et *R. mosaïca*, *Frigon vulgaris*, grenouille, lapin, cochon d'Inde, j'ai pu voir des appareils terminaux analogues et même, dans certains cas, identiques à ceux des Torpilles. Suivant les espèces animales, ces terminaisons présentent quelques variations et peuvent être réduites à trois types principaux.

» 1. *Chez les Torpilles*, l'appareil terminal consiste en un grand nombre de fibrilles nerveuses, extrêmement fines, variqueuses, qui se disposent en forme de pinceau sur le sarcolemme de la fibre musculaire; chaque fibrille, après une série de ramifications dichotomiques, se termine par un petit renflement qui ne surpasse pas par la grosseur les varicosités de la fibrille elle-même. Les nerfs auxquels appartiennent les terminaisons sont toujours les fibres nerveuses à myéline *très larges;* elles se divisent plusieurs fois avant de donner deux-trois branches terminales. La largeur et les ramifications successives rendent leur aspect tellement caractéristique que, ne voyant dans le microscope que ces fibres nerveuses, on peut être sûr de trouver, en suivant leur trajet, les terminaisons en question. La gaine de

(1) Travail de la Station zoologique d'Arcachon.

Henle enveloppe l'appareil terminal et plus loin se confond avec le sarcolemme.

» Grâce à leurs dimensions considérables, ces terminaisons sont nettement visibles à l'œil nu sur les préparations bien colorées.

» 2. *Chez les Grenouilles*, nous avons des appareils terminaux plus compliqués. Ce ne sont pas les muscles du type ordinaire qui se lient avec les terminaisons dont il s'agit, mais toujours les fibres musculaires plus courtes et plus minces, dépourvues de tendons, et connues sous le nom de *fuseaux musculaires*. On pourrait distinguer plusieurs formes de terminaisons; celles-ci étant peu essentielles, je me contenterai d'en décrire une, qu'on observe le plus souvent. Un gros nerf à myéline, ayant atteint un petit groupe de fuseaux musculaires (3-5), se divise et se subdivise; les branches perdent la gaine de myéline et donnent les arborisations terminales sur le sarcolemme des fuseaux musculaires; chaque terminaison se compose de fibrilles variqueuses très minces, à ramifications dichotomiques se dirigeant le long des fuseaux. Tous les fuseaux constituant le groupe sont enveloppés en masse, dans leurs parties qui sont munies des terminaisons nerveuses, par une membrane-gaine de Henle de la fibre nerveuse.

» 3. Tout ce qui vient d'être dit relativement aux fuseaux musculaires, au nerf, à la membrane, on pourrait le répéter en décrivant les appareils terminaux chez les *Mammifères;* il n'en est pas de même de l'arborisation terminale; il existe ici une particularité qui donne aux terminaisons nerveuses une apparence extrêmement caractéristique : certaines fibrilles s'élargissent en forme de rubans et entourent les fuseaux par des tours en spirale; le reste des fibrilles se termine chacune par un bouton aplati, atteignant quelquefois des dimensions considérables.

» En ce qui concerne le rôle physiologique de ces terminaisons, la section des racines antérieures et postérieures chez une grenouille a montré que ce sont des appareils terminaux *sensitifs*. La méthode dont je me suis servi est la coloration *in vivo* par bleu de méthylène. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Le* Botrytis cinerea *et la maladie de la Toile*. Note de M. **Beauverie**, présentée par M. Ph. Van Tieghem.

« L'affection parasitaire des végétaux appelée la *Toile* par les horticulteurs est très connue de ceux-ci par les dégâts considérables qu'elle cause

dans les serres à semis et à multiplication. Elle est formée par les filaments mycéliens d'un champignon qui s'étendent sur le sol à la façon d'une toile d'araignée et pénètrent assez profondément entre les particules de terre. Ce mycélium détruit les semis et les boutures en les coupant au niveau du sol; il ne présente jamais de fructifications, mais le végétal sectionné ne tarde pas à se couvrir de moisissures diverses.

» Quelques auteurs (¹) se sont occupés de cette maladie. MM. Prillieux et Delacroix attribuent la *Toile* au *Botrytis cinerea* qui apparaît, en effet, sur le végétal après sa chute sur le sol, mais on sait combien est répandue la forme conidienne du *Peziza* (*Sclerotinia*) *Fuckeliana* et avec quelle facilité elle se développe en saprophyte sur les végétaux en décomposition. Antérieurement, M. Mangin avait formulé la même opinion que MM. Prillieux et Delacroix en émettant des doutes sur la nature spécifique du *Botrytis* mis en jeu. On a, d'autre part, attribué les ravages de la *Toile* à l'*Acrostalagmus albus;* nous avons rencontré plusieurs fois cette Mucédinée sur des cultures âgées de *Botrytis,* mais il nous a été facile de nous convaincre qu'elle vit au dépens de la *Toile* sans continuité réelle avec elle.

» Il y a deux ans, M. R. Gérard, professeur à la Faculté des Sciences et directeur du Jardin botanique de la ville de Lyon, nous conseilla d'étudier cette maladie. Nous avons cultivé depuis cette époque le mycélium en question en réalisant les conditions les plus variées d'humidité, de température, d'éclairage et de substratum, sans obtenir jamais de fructifications. Nous observions seulement quelques modifications dans la forme et les dimensions des cellules et, en cultures sur milieux solides, d'énormes masses de stroma condensé. Nous avons alors essayé de vérifier l'identification faite par MM. Mangin, Prillieux et Delacroix en partant du *Botrytis cinerea* et nous avons réussi.

» Du *Botrytis cinerea* authentique, cultivé sur carotte dans une atmosphère saturée d'humidité et dans une étuve à température constante vers 33°, commence à se déformer dès la cinquième culture, présentant à ce moment une véritable variation désordonnée. A côté de têtes fructifères normales, on en voit dont les spores sont allongées et quelquefois cloisonnées, mais dont l'aspect rappelle encore la forme primitive; d'autres têtes fertiles se hérissent de filaments courts encore, présentant à

(¹) MANGIN, *Sur la Toile, affection parasitaire de certains végétaux* (*Bull. de la Soc. de Biologie,* mars 1894, et *Comptes rendus,* avril 1894). — PRILLIEUX et DELACROIX, *Comptes rendus,* avril 1894. — R. GÉRARD, *Journal de la Soc. d'Hort. pratique du Rhône,* p. 98 et 108; 1897.

leur base un renflement qui indique que la spore a subi une sorte de germination sur place; d'autres têtes portent des filaments beaucoup plus longs et cloisonnés sans trace de renflement basilaire; déjà alors, mais surtout chez les générations ultérieures, on voit les éléments de ces têtes s'allonger, si bien qu'on ne reconnaît plus la position des appareils fructifères que par l'abondance plus grande des ramifications en certains points. Ces cultures ont un aspect floconneux, les filaments se dressant plus ou moins dans l'atmosphère.

» Nous avons réalisé la même transformation sur terre humide, en boîtes de Pétri placées dans les conditions sus-énoncées; le passage, bien plus complet ici que sur carotte, était opéré dès la culture en deuxième boîte, c'est-à-dire quatre ou cinq jours après l'ensemencement. Nous obtenions, dans ces conditions, un mycélium rampant aranéeux et complètement stérile, identique à la *Toile*. Si la terre, au lieu d'être imbibée d'eau, est arrosée avec la liqueur de Raulin, il se forme un mycélium, généralement stérile et floconneux, semblable à celui obtenu sur carotte.

» Nous avons vérifié que cette *Toile* expérimentale produit les mêmes effets destructeurs que la *Toile* ordinaire. Ensemencée sur pomme de terre, elle s'y développe avec l'aspect caractéristique des cultures de *Toile* authentique et reste stérile.

» La forme conidienne saprophyte du *Botrytis cinerea* se transforme donc, dans des conditions déterminées, en une forme stérile parasite. Cette dernière forme, obtenue sur terre humide, semble se fixer et son retour à la forme primitive devenir très difficile. Nous continuons nos recherches sur ce point, qui nous paraît présenter un certain intérêt au point de vue biologique.

» Les conditions les plus favorables au développement de la forme stérile du *Botrytis* sont : une température élevée, ayant son optimum vers 30° à 35°, et un état hygrométrique voisin de la saturation, car le développement se ralentit beaucoup et brusquement pour une fraction de saturation inférieure à 0,90. La lumière nous paraît avoir peu d'influence. Remarquons que ces conditions favorables sont réalisées au plus haut degré dans les serres à multiplication et sous les châssis de culture.

» La connaissance de la transformation de la forme conidienne du *Botrytis cinerea* en forme *Toile* permet d'établir la prophylaxie de la maladie. Le terreau employé en horticulture, chargé de détritus végétaux renfermant du *Botrytis cinerea*, est le principal agent d'infection; ce sera une excellente chose, pouvant prévenir de nombreux cas de *Toile*, de l'ébouillanter avant d'en faire usage; de veiller, de plus, à la propreté des serres et engins quelconques et d'enlever immédiatement tout végétal tendant à se décomposer. Les succès obtenus par M. Opoix (¹) aux serres du Luxem-

(¹) M. Opoix, Communication à la Société d'Horticulture de France, le 11 mars 1897.

bourg, pendant une expérience de six années, dans laquelle il ne faisait usage que de terreaux stérilisés employés dans des installations dont la bonne tenue est notoire, est pour nous un garant de l'efficacité du procédé que nous préconisons.

» Nous ajouterons, néanmoins, qu'en vertu même des résultats de nos expériences, si les soins d'une méticuleuse propreté ne sont pas rigoureusement observés, le dangereux parasite pourra, par ensemencement de spores, faire sa réapparition quatre ou cinq jours après la stérilisation. Les sels de cuivre doivent alors être appliqués aux cultures; ils réussissent très bien. La liqueur la plus convenable est une solution de 2^{gr} de sulfate additionnée de $1^{gr},50$ d'ammoniaque liquide à 22°. »

PÉTROGRAPHIE. — *Sur une tachylyte du fond de l'Atlantique nord.* Note de M. P. **Termier**, présentée par M. Michel Lévy.

« J'ai reçu de M. Holfeld, ingénieur de la Compagnie française des Câbles télégraphiques, par l'intermédiaire de M. de Nerville, ingénieur des Télégraphes, quelques esquilles d'une roche arrachée au fond de l'Atlantique, à une profondeur d'environ 1700 brasses (3100^{m}) et en un point défini par les coordonnées suivantes :

Latitude nord	47° 0′
Longitude à l'ouest de Paris	29°40′

» L'échantillon ayant été rapporté par un grappin, à la suite d'un dragage, les données ci-dessus ne sont qu'approximatives. L'erreur sur la position peut atteindre une dizaine de milles; l'erreur sur la profondeur, 100 ou 200 brasses. Le dragage en question avait pour objet le relèvement d'un câble télégraphique (campagne de 1898).

» Cette région de l'Atlantique est très remarquable. Le fond de la mer y présente les caractères d'un pays montagneux, avec de hauts sommets, des pentes roides et des vallées profondes. Les sommets sont rocheux et il n'y a de vases que dans le fond des vallées. Le grappin, en parcourant cette surface très tourmentée, se prenait constamment dans des roches à pointes dures et à arêtes vives; il revenait presque toujours brisé ou tordu, et les portions rapportées offraient de profondes stries et des traces de violente et rapide usure. A plusieurs reprises, on a trouvé entre les dents du grappin de petites esquilles minérales, ayant l'aspect d'éclats récemment

brisés. Toutes ces esquilles appartiennent au même genre de roches. L'avis unanime des ingénieurs qui assistaient au dragage est que les éclats en question ont été détachés d'une roche nue, d'un véritable affleurement, par le choc du grappin. D'ailleurs, la région où le dragage a eu lieu est précisément celle où les sondages ont révélé les plus hauts sommets sous-marins et l'absence presque complète de vases (1).

» Les esquilles, *ainsi arrachées à des affleurements rocheux du fond de l'Atlantique*, qui m'ont été remises, sont d'une *tachylyte* fort intéressante.

» La densité, prise à 20°, a été trouvée égale à 2,784. L'aspect est celui d'une obsidienne, mais l'opacité est presque complète, et la cassure est beaucoup moins éclatante que celle des obsidiennes proprement dites.

» Les esquilles étaient trop petites et trop peu nombreuses pour que je pusse faire l'analyse chimique complète de la roche. Mais l'analyse micrographique, rapprochée de la densité ci-dessus, ne laisse aucun doute sur la détermination.

» Au microscope (préparation de $0^{mm},03$ d'épaisseur) la roche apparaît comme formée d'un verre brun clair, isotrope, renfermant çà et là de petits cristaux d'une olivine limpide, et, en beaucoup plus grande abondance, des paquets de trichites noirs. Autour des cristaux d'olivine, et autour des paquets trichitiques, le verre est devenu plus foncé (brun noir), polychroïque et biréfringent.

» Les cristaux d'olivine sont des prismes g^3 (210), avec les pinacoïdes g' (010) et p (001) et des dômes indéterminables. Les plus gros ont à peine $0^{mm},1$ de longueur. Quelques-uns contiennent des inclusions vitreuses, d'un verre coloré, qui semble identique au verre de la roche. Il y a quelquefois des bulles gazeuses dans ces inclusions vitreuses.

» Les trichites se sont formés soit autour des cristaux d'olivine, soit autour de globules arrondis, d'un brun foncé, qui dépolarisent faiblement, soit enfin en plein verre. Ils sont nettement rectilignes. Leur dimension n'excède pas $\frac{1}{20}$ de millimètre. Ils se groupent en faisceaux parallèles, ou encore en réseaux parallélépipédiques dont les angles plans fondamentaux semblent être 60° et 120°. Ces trichites, capillaires et rectilignes, sont opaques et noirs. Leur nature m'est inconnue. J'ignore de même la nature des globules brun foncé d'où ils divergent parfois. Peut-être ces globules ne sont-ils que des paquets trichitiques arrondis : leur dimension va à $\frac{15}{100}$ de millimètre.

» Ce qui est curieux, c'est la transformation du verre autour des cristaux d'olivine et autour des paquets de trichites. Cette transformation est analogue à la naissance des auréoles polychroïques du mica noir et de la cordiérite. Le verre prend une couleur plus intense, et il perd son isotropie pour obéir à la loi de l'ellipsoïde : il est biaxe, avec une biréfringence à peu près constante, qui paraît être voisine de 0,015; et il est polychroïque. La forme de l'*auréole* est grossièrement semblable à celle du cristal

(1) Renseignements communiqués par MM. de Nerville et Holfeld.

d'olivine, ou à celle de l'enveloppe extérieure du paquet trachitique. La dimension de l'auréole ([1]) peut atteindre $\frac{2}{10}$ de millimètre. De même que dans les auréoles polychroïques du mica noir et de la cordiérite, le contour extérieur de ces auréoles de verre modifié est absolument net : la chute de biréfringence est brusque et complète entre l'auréole et le verre ambiant.

» Les auréoles sont d'ailleurs les mêmes autour des cristaux d'olivine et autour des paquets trichitiques. Quand les trichites sont disposés en réseaux, les mailles de ces réseaux sont remplis de la substance même de l'auréole.

» Le verre ambiant est très homogène, absolument isotrope. Il ne renferme que quelques inclusions gazeuses.

» Tous ces caractères sont ceux d'une *tachylyte*, c'est-à-dire d'un verre basaltique. La grande densité et l'abondance des cristaux d'olivine indiquent une forte basicité.

» Le fait que le fond de l'Atlantique, sur une ligne allant des Açores à l'Islande, et à 500 milles environ des Açores, est constitué par des roches éruptives, ce fait est déjà intéressant.

» Mais il est bien curieux que les roches en question soient des verres, alors que la profondeur est de 3000^m environ. Il est vrai que l'on peut invoquer, pour expliquer cette apparente anomalie, un affaissement, après l'éruption, du fond de l'Atlantique. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les ascensions de ballons-sondes du 24 mars.* Note de M. **Léon Teisserenc de Bort**, communiquée par M. Bouquet de la Grye.

« Trois ballons-sondes ont été lancés par les soins de l'observatoire de Météorologie dynamique dans la matinée du 24 mars. L'un d'une centaine de mètres cubes, qui a été lancé par mon collaborateur M. Raymond, est parti de Trappes à 8^h30^m du matin par temps clair avec vent de nord-ouest faible. Il est tombé auprès de Trèves en Prusse rhénane, c'est-à-dire dans la direction est-nord-est; les instruments ne sont pas encore revenus. Un autre, de petit volume, a été lancé de Bort, aux environs de Limoges, à 9^h27^m du matin par ciel nuageux (cumulus), vent nord-nord-ouest modéré

([1]) Comptée à partir du bord extérieur du cristal central, ou du paquet trichitique central.

avec petits grains de neige intermittents. Il est tombé à Péroles (Corrèze) après un parcours de 59^{km} ayant atteint l'altitude de 8600^{m} environ et une température de $-44°,0$ (au sol il y avait $+0°,3$).

» Afin de déterminer l'influence que peuvent avoir les rayons du soleil sur les températures indiquées par les enregistreurs nous avons eu soin de lancer de Trappes, avant le lever du soleil, à $3^{h}45^{m}$ du matin, un autre ballon-sonde muni d'instruments analogues à ceux portés par les deux autres. Ce dernier est tombé à Meix-Saint-Époin (Marne) à 121^{km} de Trappes à l'est 4° ou 5° sud. La température minima atteinte a été de 52° au-dessous de zéro à une hauteur d'environ 8600^{m}, la température du sol étant de $-3°$. »

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

J. B.



COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 4 AVRIL 1899,

PRÉSIDENCE DE M. VAN TIEGHEM.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Observation de la planète* EL (*Coggia*, 31 *mars*), *faite à l'Observatoire de Paris, à l'équatorial de la tour de l'Est* ($0^m,38$ *d'ouverture*); par M. **O. Callandreau.**

Date 1899.	Étoile.	Temps sidéral de Paris.	Planète. — Étoile. ΔÆ.	Planète. — Étoile. Δ℗.	Nombre de comparaisons.
		h m s	m s	′ ″	
Avril 1...	*a*	11.2.17,0	+2.39,39	+7.32,2	9:6

Positions de l'étoile de comparaison.

Étoile.	Gr.	Asc. droite moyenne pour 1899,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne pour 1899,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
a....	9	12.55.41,70	+ 3,05	— 6.46.34,4	—19,3	914 Weisse₁ XIIʰ.

Position apparente de la planète EL.

Date 1899.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
Avril 1...	$10^h22^m6^s$	$12^h58^m24^s,14$	$\bar{1},279_n$	$-6°39'21'',5$	0,856

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète* EL 1899, *découverte par M.* Coggia, *à Marseille, le* 31 *mars* 1899 (*Observateur : M.* Coggia; *instrument équatorial de* $0^m,26$ *d'ouverture*). Note de M. **Stéphan**.

Dates. 1899.	Temps moyen de Marseille.	ΔAR.	ΔD.	AR apparente.	D apparente.	Loc. fac. parallaxe AR.	Loc. fac. parallaxe D.
Mars 31..	$13^h19^m57^s$	$-1^m44^s,18$	$+0'28'',2$	$12^h59^m3^s,63$	$96°46'3'',8$	$+\bar{1},032$	$-0,828$
31..	14.39. 5	−1.46,53	+0. 5,7	12.59. 1,28	96.45.41,3	$+\bar{1},387$	$-0,821$
Avril 1..	11. 0.10	−2.24,67	−6. 7,5	12.58.23,15	96.39.28,1	$-\bar{1},160$	$-0,826$

Grandeur de la planète = 11,5

Positions de l'étoile de comparaison commune aux trois observations. — Gr. 9e.

Dates. 1899.	Asc. droite moyenne 1899,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1899,0.	Réduction au jour.	Autorité.
Mars 31..	$13^h0^m44^s,74$	$+3^s,07$	$96°45'16'',2$	$+19'',4$	1006 Weisse$_1$ H XII.
31..	»	+3,07	»	+19,4	»
Avril 1..	»	+3,08	»	+19,4	»

GÉOMÉTRIE. — *Sur la déformation des surfaces du second degré;* par M. G. **Darboux** [1].

« Pour déterminer la quadrique (Q) nous supposerons que la surface (c) ait été rapportée à ses lignes de courbure. Si α et β désignent les paramètres de ces lignes, on sait (n° 805) que l'on aura

$$(14)\quad \begin{cases} dX^2 + dY^2 + dZ^2 = \cos^2\omega\, d\alpha^2 + \sin^2\omega\, d\beta^2, \\ dC^2 + dC'^2 + dC''^2 = \sin^2\omega\, d\alpha^2 + \cos^2\omega\, d\beta^2, \\ \rho = -\cot\omega, \qquad \rho_1 = \operatorname{tang}\omega, \qquad \dfrac{\partial^2\omega}{\partial\alpha^2} - \dfrac{\partial^2\omega}{\partial\beta^2} = \sin\omega\cos\omega. \end{cases}$$

(1) Voir le *Compte rendu* de la séance précédente, p. 760.

De plus, comme on a

(15) $$-dX = \rho \frac{\partial C}{\partial \alpha} d\alpha + \rho_1 \frac{\partial C}{\partial \beta} d\beta,$$

les seconds membres de ces équations seront des différentielles exactes.

» Ces points étant rappelés, remplaçons dX et dC par leurs expressions dans la formule qui donne $\frac{\partial x}{\partial v}$. On aura

(16) $$\frac{\partial x}{\partial v} = -\int \frac{u-\rho}{v} \frac{\partial C}{\partial \alpha} d\alpha + \frac{u-\rho_1}{v} \frac{\partial C}{\partial \beta} d\beta.$$

En exprimant la condition d'intégrabilité

$$\frac{\partial}{\partial \beta}\left(\frac{u-\rho}{v} \frac{\partial C}{\partial \alpha}\right) = \frac{\partial}{\partial \alpha}\left(\frac{u-\rho_1}{v} \frac{\partial C}{\partial \beta}\right)$$

on sera conduit aux deux équations

(17) $$\frac{\partial}{\partial \beta}\left(\frac{u}{v}\right) = +\rho \frac{\partial\left(\frac{1}{v}\right)}{\partial \beta}, \qquad \frac{\partial}{\partial \alpha}\left(\frac{u}{v}\right) = \rho_1 \frac{\partial\left(\frac{1}{v}\right)}{\partial \alpha},$$

auxquelles on peut, en introduisant p à la place de $\frac{u}{v}$ et posant $\frac{-1}{v} = \eta$, donner la forme

(18) $$\left\{\begin{aligned} \frac{\partial p}{\partial \beta} &= b \cot \omega \frac{\partial \eta}{\partial \beta}, \\ \frac{\partial p}{\partial \alpha} &= -b \operatorname{tang} \omega \frac{\partial \eta}{\partial \alpha}. \end{aligned}\right.$$

» Exprimons maintenant que la surface (θ) est applicable sur (Q) c'est-à-dire admet l'élément linéaire (3). Nous aurons les équations

(19) $$\mathbf{S}\, C \frac{\partial x}{\partial v} = p, \qquad \mathbf{S}\left(\frac{\partial x}{\partial v}\right)^2 = 2q,$$

où q aura son expression donnée par la formule (13) qui devient

(20) $$q = -\frac{b\eta^2}{2} - \frac{(p-h)^2}{2b} + h'.$$

» En différentiant la première des équations (19), on aura les deux suivantes

$$\mathbf{S} \frac{\partial x}{\partial v} \frac{\partial C}{\partial \alpha} = \frac{\partial p}{\partial \alpha}, \qquad \mathbf{S} \frac{\partial x}{\partial v} \frac{\partial C}{\partial \beta} = \frac{\partial p}{\partial \beta},$$

qui, jointes à celle d'où elles sont déduites, détermineront $\frac{\partial x}{\partial v}$, $\frac{\partial y}{\partial v}$, $\frac{\partial z}{\partial v}$. On

aura, par exemple,

$$\frac{\partial x}{\partial v} = p\mathrm{C} + \frac{1}{\sin^2\omega}\frac{\partial \mathrm{C}}{\partial \alpha}\frac{\partial p}{\partial \alpha} + \frac{1}{\cos^2\omega}\frac{\partial \mathrm{C}}{\partial \beta}\frac{\partial p}{\partial \beta}, \tag{21}$$

et, en portant ces expressions dans la seconde des équations (19), on aura

$$\frac{1}{\sin^2\omega}\left(\frac{\partial p}{\partial \alpha}\right)^2 + \frac{1}{\cos^2\omega}\left(\frac{\partial p}{\partial \beta}\right)^2 = 2q = -\frac{(p-h)^2}{b} - p^2 + 2h' - \eta^2. \tag{22}$$

» Cette équation jointe aux deux (18) permettra de déterminer les deux fonctions p et η. Ces deux fonctions étant connues, on aura u et v; puis x, y, z s'obtiendront par les formules telles que les suivantes

$$dx = -\frac{\mathrm{C}}{b\eta}dp + \left[\left(p + \frac{p-h}{b}\right)\mathrm{C} + \frac{1}{\sin^2\omega}\frac{\partial \mathrm{C}}{\partial \alpha}\frac{\partial p}{\partial \alpha} + \frac{1}{\cos^2\omega}\frac{\partial \mathrm{C}}{\partial \beta}\frac{\partial p}{\partial \beta}\right)\frac{d\eta}{\eta^2}.$$

» On pourrait facilement montrer que p ou η doivent satisfaire à deux équations linéaires aux dérivées partielles du second ordre, étudier plus complètement le système des trois équations (18) et (22). Dans ce qui va suivre, je m'attacherai spécialement au cas où Q est de révolution et j'étudierai la seconde proposition que nous devons à M. Guichard.

» Si, de chaque point d'une surface donnée comme centre, on décrit une sphère de rayon variable, ce rayon étant déterminé par exemple en fonction des coordonnées curvilignes qui fixent sur la surface la position de son centre, on sait que la sphère admet une enveloppe à deux nappes et qu'elle touche cette enveloppe en deux points placés symétriquement par rapport au plan tangent de la surface décrite par le cercle. M. Beltrami a remarqué que, si cette surface se déforme en entraînant les différentes positions de la sphère, les points de contact de celles-ci avec leur enveloppe demeurent invariables, quelle que soit la déformation. D'autres propriétés relatives à ces enveloppes de sphères doivent être rappelées. Dans beaucoup de recherches de Géométrie, il importe de savoir si les lignes de courbure se correspondent sur les deux nappes de l'enveloppe. Pour qu'il en soit ainsi, il faut nécessairement (n°s 473 à 480) qu'il existe sur la surface des centres un système conjugué tel que l'équation ponctuelle relative à ce système conjugué admette comme solutions particulières, en même temps que x, y, z, les deux fonctions

$$\mathrm{R} \quad \text{et} \quad x^2 + y^2 + z^2 - \mathrm{R}^2.$$

Alors, sur les deux nappes, les lignes de courbure correspondront aux courbes du système conjugué tracé sur la surface des centres.

» D'après cela, si nous supposons que les deux nappes de l'enveloppe soient l'une et l'autre des sphères, comme toutes les courbes de la sphère sont lignes de courbure, on pourra dire que, sur la surface des centres (Q), l'équation ponctuelle relative à tout système conjugué admettra comme solutions particulières

$$x, \quad y, \quad z, \quad \mathrm{R} \quad \text{et} \quad x^2+y^2+z^2-\mathrm{R}^2.$$

C'est ce que l'on peut vérifier aisément, car le lieu des centres des sphères tangentes à deux sphères fixes est une quadrique de révolution, le rayon R étant une fonction linéaire de x, y, z, ainsi que $x^2+y^2+z^2-\mathrm{R}^2$, d'après la propriété même du foyer.

» Cela posé, supposons que (Q) se déforme en entraînant les sphères de rayon R. La surface déformée (Θ) admet avec (Q) un système conjugué commun, et, d'après un remarquable théorème de M. Kœnigs, l'équation ponctuelle relative à ce système conjugué admettra comme solutions particulières

$$x, \quad y, \quad z, \quad x_1, \quad y_1, \quad z_1, \quad x^2+y^2+z^2-x_1^2-y_1^2-z_1^2.$$

» Comme, d'après la remarque précédente, elle doit admettre encore les solutions R et $x^2+y^2+z^2-\mathrm{R}^2$, elle admettra donc la solution

$$x_1^2+y_1^2+z_1^2-\mathrm{R}^2$$

qui est la différence de deux des solutions précédentes. Si nous retenons uniquement les solutions particulières

$$x_1, \quad y_1, \quad z_1, \quad \mathrm{R}, \quad x_1^2+y_1^2+z_1^2-\mathrm{R}^2,$$

nous serons conduits au théorème suivant :

» *De chaque point d'une quadrique de révolution* (Q) *comme centre décrivons les sphères* (S) *qui sont tangentes à une sphère fixe ayant pour centre l'un des foyers et, par suite, à une autre sphère fixe ayant pour centre l'autre foyer. Si la quadrique roule sur une surface applicable* (Θ) *en entraînant les sphères* (S), *l'enveloppe de celle de ces sphères qui a son centre au point de contact de* (Θ) *et de* (Q) *est une surface sur les deux nappes de laquelle les lignes de courbure se correspondent toujours et correspondent au système conjugué commun à* (Θ) *et à* (Q).

» Cette propriété est, on peut le dire, caractéristique ; elle ne convient

qu'aux déformées des quadriques de révolution; le raisonnement permet de l'établir sans peine. En effet, le système conjugué commun à (Q) et à (Θ) étant variable,

$$R \quad \text{et} \quad x^2+y^2+z^2-R^2$$

devront être des solutions particulières de l'équation ponctuelle relative à une infinité de systèmes conjugués; cela ne peut arriver que si R et $x^2+y^2+z^2-R^2$ sont des fonctions linéaires à coefficients constants de x, y, z; on est ainsi conduit à l'équation de la surface (Q) sous la forme

$$x^2+y^2+z^2-(ax+by+cz+d)^2=a'x+b'y+c'z+d,$$

qui définit une quadrique de révolution.

» La réciproque que nous venons d'établir nous conduit maintenant à la conséquence suivante :

» Revenons à la proposition primitive dans laquelle les quatre points déjà définis a, a', a_1, a'_1 décrivent des surfaces à courbure moyenne constante dont les lignes de courbure correspondent au système conjugué commun à (Θ) et à (Q) et, par conséquent, se correspondent mutuellement. Les deux droites aa', $a_1a'_1$ étant dans les plans isotropes qui se coupent suivant AA' vont précisément se rencontrer au point M' où l'axe AA' de la surface (Q) rencontre le plan tangent en M; le point M', comme on sait, décrit la surface (Θ') qui est *complémentaire* de (Θ) (n[os] 748 et suiv.) et qui est, elle aussi, applicable sur une surface de révolution. Or, si du point M' comme centre avec M'a et M'a' comme rayons on décrit deux sphères, ces deux sphères ont évidemment pour enveloppes, la première les surfaces (a) et (a_1) auxquelles elle est tangente en a et a_1, la seconde, les surfaces (a') et (a'_1) auxquelles elle est tangente en a_1 et a'_1. Comme sur ces surfaces les lignes de courbure se correspondent, nous pouvons énoncer le théorème suivant :

» *Si l'on déforme une quadrique de révolution* (Q) *de manière qu'elle devienne une surface* (Θ), *la surface* (Θ) *aura pour complémentaire une surface* (Θ') *qui, elle aussi, sera applicable sur une quadrique de révolution* (Q').

» Si l'on place cette quadrique (Q') de manière qu'elle soit tangente en M' à (Θ') et qu'elle roule sur (Θ'), les rayons vecteurs qui vont à ses foyers seront Ma, Ma_1 et, par suite, ces foyers seront les points a, a'_1 ou a_1, a', car on a

$$Ma - Ma'_1 = Ma - Ma' = a'a = AA',$$

et, d'un autre côté, aa'_1 étant la portion de génératrice comprise entre les

plans tangents aux sommets de (Q) est constamment égale au double de la distance focale. Donc (Q′) *est identique à* (Q).

» On peut placer la quadrique Q′ de part et d'autre du plan tangent à (Θ′) en M′. Dans l'une des positions a, a'_1 sont les foyers; dans l'autre, les foyers sont a_1, a'.

» En transportant ce théorème de (Q′) à (Q), on a la seconde proposition de M. Guichard :

» *Si une quadrique de révolution* (Q) *est déformée de manière à se transformer en une surface* (Θ), *on peut faire rouler* (Q) *de deux manières différentes sur* (Θ), *soit intérieurement, soit extérieurement. Soit* M *un point de* (Θ). *Considérons les deux positions de* Q *tangentes en* M *à* (Θ). *Pour l'une d'elles, les foyers seront les points* F, F′; *pour l'autre, ce seront les symétriques de* F, F′ *par rapport au plan tangent en* M. *Les quatre surfaces* (F), (F′), (f), (f') *décrites par les points* F, F′, f, f' *auront leur courbure moyenne constante et égale à* $\frac{1}{a}$, *a étant la moitié de l'axe focal. Par suite les surfaces* (c), (c') *décrites par les milieux* c, c' *des droites* Ff', $F'f$ *auront leur courbure totale constante et égale à* $\frac{1}{a^2}$.

» Car il est évident, d'après ce qui précède, que Ff' est la normale commune en F et f' aux deux surfaces (F), (f'), de même que $F'f$ est la normale commune aux deux surfaces (F′), (f).

» Dans une autre Communication, je démontrerai ces propositions par une voie géométrique toute différente et je montrerai que, en ce qui concerne les surfaces à courbure constante, elles ne donnent pas de méthode de transformation distincte de celles de MM. Bianchi et Bäcklund. »

MÉCANIQUE. — *Calcul, dans une hypothèse simple, du déplacement latéral que doit s'imprimer le cavalier, sur une bicyclette en marche, pour porter le centre de gravité du système à une petite distance horizontale voulue de la base de la bicyclette;* par M. **J. Boussinesq**.

« I. Bornons-nous au cas où la bicyclette, de masse μ et d'un rayon de gyration donné r autour de sa base a, décrit une trajectoire rectiligne, et où son plan médian est initialement vertical, se confondant ainsi avec le plan, alors fixe, à partir duquel sera comptée sa rotation ultérieure θ autour de l'horizontale du sol parcourue par la base a. De plus, pour rendre le problème facile, réduisons le cavalier, de masse μ', à son centre de gravité,

dont r' désignera la distance à la même base a. Cette hypothèse ôte, il est vrai, à la question une grande partie de son intérêt pratique; car elle exigerait évidemment, pour s'appliquer avec une approximation suffisante, un cavalier à corps aussi ramassé et à membres aussi grêles, proportionnellement, que l'est l'araignée. Toutefois, elle nous a conduits (*Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 843) à la vraie forme de l'équation du mouvement, où il nous a suffi ensuite de changer la valeur numérique de deux coefficients h, b, que nous avons remplacés par h', b'; et il y a lieu de penser qu'elle donnera ici des résultats propres à indiquer, tout au moins, le sens des phénomènes dans les circonstances les plus simples.

» N'étudions, en outre, que les manœuvres sans renversements de vitesse où le rayon vecteur r', abaissé perpendiculairement du centre de gravité du cavalier sur la base a, prendra sa petite inclinaison θ', par rapport à la verticale, ou au plan vertical *origine*, en tournant toujours dans un même sens, de manière à balayer des aires élémentaires $\frac{1}{2}\mu' r'^2\, d\theta'$ de même signe, ne s'entredétruisant pas en majeure partie. Cela permettra, sur r', les petites erreurs relatives qui deviendraient inadmissibles, ou fausseraient grandement le résultat définitif, dans le cas de rotations successives en sens contraires. Ainsi, la distance r du cavalier à la base de la bicyclette pourra être supposée invariable.

» II. Appelons Δ le déplacement latéral angulaire que s'imprimera le cavalier sur la selle, c'est-à-dire le petit angle $\theta' - \theta$ qu'il fera naître entre son rayon vecteur r' et le plan médian de la bicyclette, angle mesurant (à un facteur constant près) son déplacement relatif par rapport à son support, et dont il dispose à son gré entre certaines limites.

» D'une part, nous aurons

$$(1) \qquad \theta' - \theta = \Delta.$$

» D'autre part, le principe de conservation de la somme des aires décrites $\frac{1}{2}\mu r^2\theta$, $\frac{1}{2}\mu' r'^2\theta'$ donnera

$$(2) \qquad \mu r^2\theta + \mu' r'^2\theta' = 0.$$

» Il vient donc

$$\frac{\theta'}{\mu r^2} = \frac{\theta}{-\mu' r'^2} = \frac{\theta' - \theta}{\mu r^2 + \mu' r'^2} \quad \text{ou} \quad \frac{\Delta}{\mu r^2 + \mu' r'^2};$$

et, par suite,

$$(3) \qquad \theta' = \frac{\mu r^2}{\mu r^2 + \mu' r'^2}\Delta, \qquad \theta = -\frac{\mu' r'^2}{\mu r^2 + \mu' r'^2}\Delta.$$

» Dès lors, si ρ désigne la distance, à la base a, du centre de gravité de la bicyclette, distance plus petite que le rayon de gyration r, les petits écarts survenus, $\rho\theta$, $r'\theta'$, des deux masses μ, μ' au plan vertical mené suivant la base a se trouvent déterminés; et celui, que j'appellerai δ, du centre de gravité général au même plan, est enfin

$$(4)\qquad \delta = \frac{\mu.\rho\theta + \mu'.r'\theta'}{\mu + \mu'} = \frac{\mu\mu' r'(r^2 - \rho r')}{(\mu + \mu')(\mu r^2 + \mu' r'^2)}\Delta.$$

» III. Il semble convenable, dans la pratique, pour altérer le moins possible l'expression des vrais rapports mécaniques des deux masses μ, μ', de réduire, au point de vue des inerties, la bicyclette à son centre de gravité, comme on y a réduit le cavalier. Alors il vient

$$(5)\qquad r = \rho, \qquad r^2 - \rho r' = -\rho(r' - \rho);$$

et le facteur $r^2 - \rho r'$, dans (4), est négatif, vu que la différence $r' - \rho$ exprime l'élévation, toujours positive et très notable, du centre de gravité du cavalier au-dessus du centre de gravité de la bicyclette. Donc Δ, δ ont signes contraires. En d'autres termes, *le cavalier, pour incliner le centre de gravité général du système vers la droite, doit porter son buste à gauche, et vice versa*.

» Ce résultat subsiste sans qu'on ait besoin de réduire r à ρ. En effet, si l'on appelle $\rho + \Delta\rho$ la distance, à la base a, d'un élément quelconque $d\mu$ de la masse μ de la bicyclette, le moment d'inertie μr^2 de celle-ci sera $\int(\rho + \Delta\rho)^2 d\mu$, c'est-à-dire

$$\mu\rho^2 + 2\rho\int(\Delta\rho)\,d\mu + \int(\Delta\rho)^2 d\mu = \mu\rho^2 + \int(\Delta\rho)^2 d\mu.$$

Or ρ est approximativement la moitié de la hauteur de la selle; d'où il suit que $\Delta\rho$ n'excède qu'à de rares endroits (si même il y en a de tels) ρ en valeur absolue, et que le terme $\int(\Delta\rho)^2 d\mu$ n'atteint pas, à beaucoup près, la valeur $\mu\rho^2$. Donc μr^2 est bien moindre que $2\mu\rho^2$, et l'on a

$$(6)\qquad r^2 < 2\rho^2, \qquad r^2 - \rho r' < \rho(2\rho - r').$$

Mais le centre de gravité du cavalier se trouve sensiblement au-dessus de la selle; et sa hauteur r' excède, par conséquent, la hauteur, 2ρ environ, de celle-ci. Ainsi, le facteur $r^2 - \rho r'$ est encore négatif.

» IV. Il suit de là, sous la réserve nécessitée par la concentration fictive de la masse μ du bicycliste en un simple point, que *le cavalier, lorsqu'il ne s'imprime pas des rotations alternatives se neutralisant en majeure partie,*

avec variations de sa distance r' à la base, doit se porter du côté opposé à celui vers lequel il veut faire pencher la bicyclette.

» A la page 106 du Tome I[er] (intitulé *Équilibre et Direction*) de son *Nouveau traité des bicycles et bicyclettes*, M. Bourlet a remarqué qu'il en est bien ainsi dans le *lâche-mains*, alors que le cavalier n'agit sur la bicyclette que par la moitié inférieure de son corps et en s'appuyant principalement sur les pédales.

» Lorsque, au contraire, le cavalier tient en mains le guidon, auquel la partie supérieure de son corps communique des impulsions indépendantes (jusqu'à un certain point) de celles qu'exerce la partie inférieure, ce n'est plus, on le conçoit, à un point unique, mais à un groupe de deux points pour le moins, comportant des rotations θ' distinctes, un pour chaque moitié supérieure ou inférieure du corps, que le bicycliste doit être assimilé. De là, une variété bien plus grande des résultats, variété rendant peut-être possibles, sans renversement de vitesses, des effets qui, dans le cas d'un bicycliste réductible à un seul point, auraient exigé deux rotations successives de sens contraires.

» V. Observons, en terminant, que l'introduction de l'écart λ du centre de gravité général du système d'avec le plan médian, à la place de l'écart angulaire donné Δ de la masse μ', ou de son écart linéaire et effectif $r'\Delta$, simplifie assez notablement la formule (4). Comme l'écart linéaire analogue de la masse μ (contenue dans le plan) est nul, celui, λ, du centre de gravité des deux masses μ et μ' sera la moyenne

$$(7) \qquad \lambda = \frac{\mu' r' \Delta}{\mu + \mu'}.$$

» Il viendra donc, au lieu de (4),

$$(8) \qquad \delta = \frac{\mu(r^2 - \rho r')}{\mu r^2 + \mu' r'^2}\lambda. \quad »$$

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Sur la synthèse de l'alcool;* par M. **Berthelot**.

« L'histoire de cette synthèse est aujourd'hui présentée dans divers Recueils sous une forme légendaire, d'après laquelle elle aurait été faite par Hennell en 1828. Cette légende, insinuée après coup et antidatée, est erronée, ainsi que je demande la permission de le rappeler : la question est intéressante pour l'histoire des Sciences.

» Elle tendrait à substituer, dans l'attribution d'une découverte fondée sur des expériences positives, une conjecture émise en passant et qui avait été écartée depuis longtemps, après examen, par les auteurs les plus autorisés des Traités de Chimie organique publiés de 1835 à 1854, tels que Liebig, Berzélius et Gerhardt, comme ne reposant sur aucune démonstration expérimentale.

» Rappelons les faits.

» Hennell, dans le seul Mémoire où il ait publié quelques résultats relatifs à la combinaison du gaz oléfiant avec l'acide sulfurique, n'y consacre qu'une douzaine de lignes ([1]). Il examine une portion d'acide sulfurique à laquelle Faraday avait fait absorber du gaz oléfiant, sans s'en occuper davantage; Hennell en forme un sel de potasse, dont il se borne à dire, d'une manière vague et en une ligne, que ce sel avait les propriétés de celui qu'il avait déjà obtenu avec l'alcool, c'est-à-dire du sulfovinate, sans définir davantage ces propriétés. Rien de plus, sans doute parce que la chose avait à ses yeux peu d'importance. En effet, Hennell n'a fait d'ailleurs aucune analyse, aucune étude sérieuse du sel ainsi obtenu avec le gaz oléfiant et surtout, ce qui est essentiel, il n'a en aucune façon cherché à régénérer de l'alcool avec le gaz oléfiant. Bref, *Hennell n'a jamais fait l'expérience* qu'on lui attribue gratuitement et n'a jamais prétendu l'avoir faite.

» Quant au sel dont il a parlé si brièvement, ni l'origine véritable, ni la constitution n'en sont connues; et elles ont donné lieu de la part des chimistes contemporains à des doutes, insolubles en l'absence de tous détails précis. En premier lieu, ils se sont demandé jusqu'à quel point le gaz oléfiant préparé à cette époque si éloignée de nous était exempt de vapeur d'éther, auquel cas le sulfovinate, si c'en était, dériverait de l'éther et non du gaz oléfiant : ce doute a été soulevé dans les écrits de Chevreul et de Liebig et il ôte toute valeur concluante aux essais de Hennell. En outre, la constitution même du sel qu'il avait entrevu a été jugée incertaine, parce que Hennell et ses contemporains ignoraient l'existence de plusieurs combinaisons sulfuriques du gaz oléfiant, autres que l'acide sulfovinique, telles que les acides éthionique et iséthionique, découverts et étudiés plus tard par Magnus et Regnault, acides analogues, mais destitués de la propriété de régénérer l'alcool sous l'influence de l'eau.

» A la suite de ces recherches plus précises et de ses propres travaux

---

([1]) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 2e série, t. XXXV, p. 159; 1827.

sur la très faible solubilité du gaz oléfiant dans l'acide sulfurique [1] Liebig supprima dans ses livres toute mention des essais imparfaits de Hennell. Berzélius depuis et Gerhardt en 1854 en ont fait autant dans leurs *Traités classiques*.

» Tel était l'état de la Science, lorsque j'ai réussi à faire la synthèse de l'alcool, en m'appuyant sur des faits jusque-là inconnus, tels que les conditions exceptionnelles d'agitation violente et prolongée qui sont indispensables pour déterminer l'absorption, c'est-à-dire la combinaison du gaz oléfiant pur avec l'acide sulfurique; cet acide absorbant au contraire presque immédiatement la vapeur d'éther. Cette première combinaison étant réalisée dans des conditions certaines, j'ai fait l'expérience décisive, c'est-à-dire que j'ai démontré expérimentalement la régénération de l'alcool au moyen du gaz oléfiant pur et j'ai établi que le corps obtenu par moi avait les mêmes propriétés physiques et chimiques que l'alcool ordinaire, qu'il formait les mêmes éthers, ainsi que le même aldéhyde, etc.

» Je l'ai confirmée d'une façon plus nette encore par la synthèse directe des combinaisons du gaz oléfiant avec les hydracides, c'est-à-dire des éthers chlorhydrique, bromhydrique, iodhydrique, avec leurs propriétés connues, et j'en ai tiré une méthode générale de synthèse d'alcools dérivés de tous les carbures de la même série.

» Enfin, la synthèse directe de l'acétylène par les éléments, carbone et hydrogène, puis la synthèse du gaz oléfiant par l'acétylène m'ont permis de réaliser expérimentalement la synthèse totale de l'alcool par les éléments, objet fondamental de toute cette recherche.

» Toutes ces réactions sont devenues aujourd'hui simples et évidentes : elles ne l'étaient, ni en théorie, ni en pratique, à l'époque où elles ont été réalisées expérimentalement. »

BOTANIQUE. — *Sur les anthérozoïdes et la double copulation sexuelle chez les végétaux angiospermes;* par M. L. GUIGNARD.

« La découverte si intéressante des anthérozoïdes chez certaines Gymnospermes ne pouvait manquer de rappeler l'attention sur les phénomènes de la fécondation. Sans être guidé, cependant, par l'espoir de trouver de semblables corps fécondateurs chez les Angiospermes, diverses raisons

---

(1) *Annalen der Chemie und Pharm.*, t. IX, p. 8.

m'avaient engagé à reprendre l'étude de ce sujet à l'aide d'une technique plus perfectionnée que celle dont j'avais pu me servir il y a une dizaine d'années.

» Ces nouvelles recherches, faites d'abord sur le *Lilium Martagon*, qui m'avait autrefois servi de principal objet d'étude, m'ont révélé des faits si curieux et, à certains égards, si inattendus, que j'aurais voulu, avant de les faire connaître, les approfondir encore cette année (¹) et achever des observations comparatives entreprises sur d'autres plantes. Mais un travail sur le même sujet, dû à M. Nawaschin, et dont je n'ai pris connaissance récemment que par une courte analyse (²), m'engage à ne pas tarder plus longtemps à publier mes résultats en ce qui concerne la plante précitée, qui a été étudiée également par cet observateur. A en juger par l'analyse dont il s'agit et dans laquelle il n'est, d'ailleurs, pas fait mention de figures données par l'auteur, ces résultats paraissent concorder, sur les points essentiels, avec ceux que le savant russe a eu le mérite de signaler. Je les résume en les accompagnant de quelques-unes des figures qui m'ont été fournies par mes nombreuses préparations.

» Parmi les questions qui m'avaient paru mériter de nouvelles recherches, se trouve la division du noyau secondaire du sac embryonnaire, laquelle accompagne la fécondation de l'oosphère et prélude à la formation de l'albumen. Ce noyau secondaire résulte, comme on le sait depuis les recherches de M. Strasburger et les miennes, de l'union de deux noyaux appartenant chacun à l'une des deux tétrades nucléaires qui occupent respectivement le sommet et la base du sac embryonnaire. De ces deux noyaux, que j'ai appelés *polaires*, le supérieur est le frère du noyau de l'oosphère, l'inférieur est le congénère des antipodes. Dans le *Lilium Martagon* et d'autres espèces du même genre, le premier (*fig.* 1, *ps*) se distingue de bonne heure du noyau de l'oosphère par sa plus grande dimension et reste au voisinage de cette cellule; le second (*pi*), plus volumineux encore, est situé ordinairement au-dessous d'une grande vacuole, occupant le centre du sac embryonnaire, et remonte le long de la paroi pour s'unir au précédent.

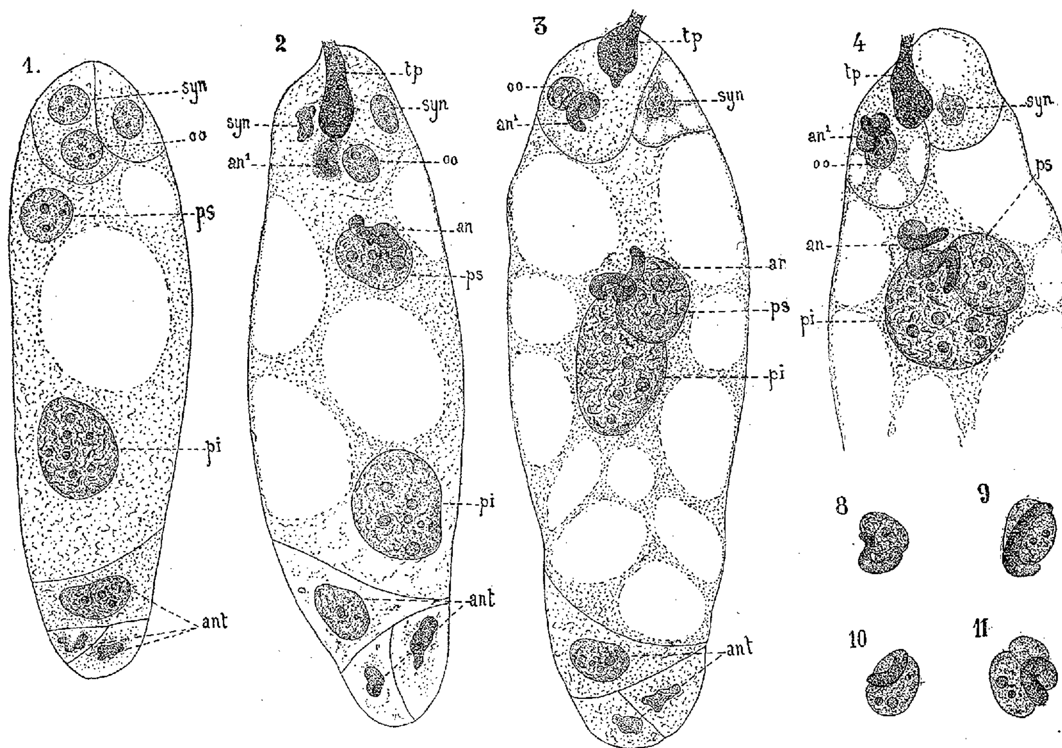
» J'avais constaté que, dans ces plantes, les noyaux polaires ne s'accolent que tardivement et sans se confondre, très peu de temps avant

(¹) D'autres espèces de *Lilium* (*L. pyrenaïcum*, etc.) présentent exactement les mêmes phénomènes.

(²) *Botanisches Centralblatt*, p. 62; 1899.

l'arrivée du tube pollinique au sommet du sac embryonnaire, et parfois même seulement au moment où l'une des deux cellules mâles du tube pollinique a pénétré dans l'oosphère. Dans d'autres plantes, au contraire, la fusion des noyaux polaires est non seulement plus précoce, mais encore plus complète, car elle donne une masse unique pourvue d'un seul nucléole.

» Le fait qui m'avait alors le plus frappé, dans le Lis, est la rapidité

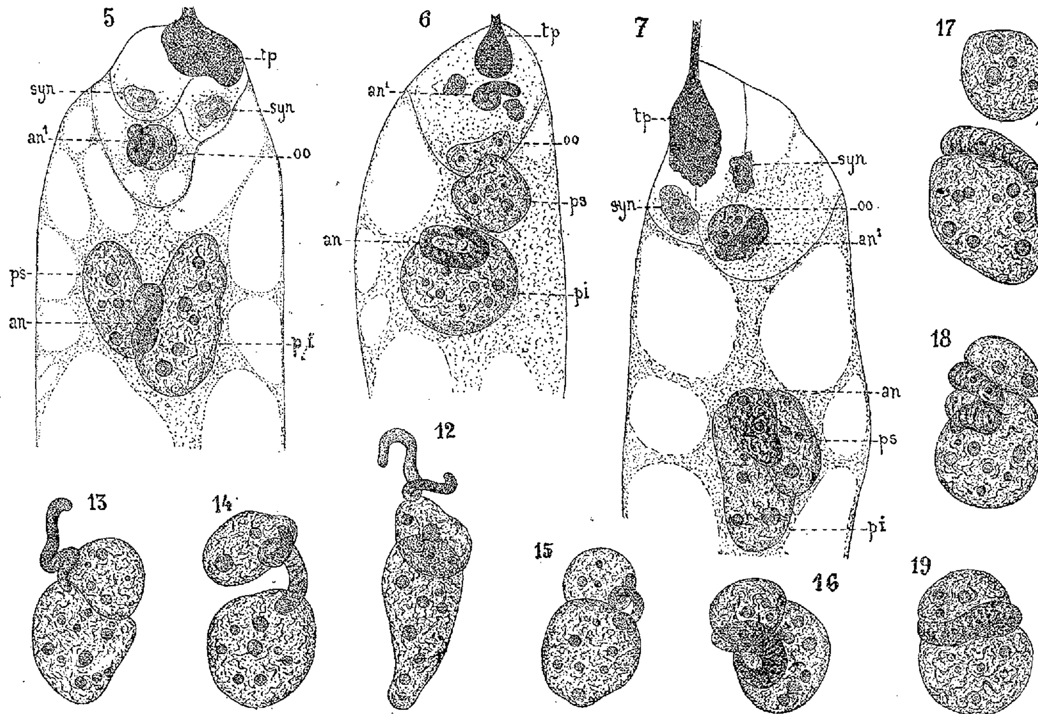


avec laquelle le noyau secondaire, dans lequel les deux noyaux polaires restaient ordinairement reconnaissables, entre en division après que l'un des deux noyaux mâles du tube pollinique s'est uni au noyau femelle de l'oosphère. Cette division, en effet, qui n'a jamais lieu tant que le tube pollinique n'est pas entré dans le sac embryonnaire, précède toujours celle du noyau de l'œuf; de sorte que, souvent, quand cette dernière s'accomplit, on trouve déjà huit noyaux d'albumen dans le sac embryonnaire.

» Il semblait donc que la copulation des noyaux mâle et femelle dans l'oosphère suffît, à elle seule, à provoquer et à déterminer à distance la

division du noyau secondaire et, par suite, la formation de l'albumen. Bien que l'on sût que, dans certains cas, une fusion nucléaire peut être suivie d'une division ultérieure de la masse commune, le phénomène en question n'en présentait pas moins quelque chose d'obscur, dont je m'étais proposé de rechercher l'explication.

» Celle-ci nous est maintenant fournie par les faits suivants, qui jettent un jour nouveau sur la fécondation chez les Angiospermes :



» Dès que le tube pollinique a pénétré dans le sac embryonnaire, les deux cellules mâles qu'il renfermait à son extrémité s'en échappent rapidement l'une après l'autre. Le noyau de chacune d'elles se montre étiré et d'apparence à peu près homogène; on le voit parfois entouré d'une mince couche de protoplasme propre, provenant de sa cellule primitive (*fig.* 2, an^1), mais cette couche n'est bientôt plus reconnaissable.

» L'un de ces noyaux mâles (*an*) va rejoindre le noyau polaire supérieur (*ps*), ou les deux noyaux polaires s'ils sont accolés (*ps* et *pi*), l'autre (an^1) va s'unir au noyau de l'oosphère (*oo*). Les membranes d'enveloppe de l'oosphère et des synergides (*sn*) sont alors entièrement ou

partiellement détruites, sans doute à cause du passage des éléments mâles; souvent les noyaux des deux synergides se désorganisent, ou bien l'un d'eux conserve encore pendant quelque temps sa structure primitive (*fig.* 2 et 5).

» Les noyaux mâles s'allongent l'un et l'autre en un corps qui s'incurve de façons variables, d'abord en forme de crochet, de croissant ou de boucle, légèrement renflés au centre et parfois plus minces à l'un des bouts. Ils prennent un aspect vermiforme. Leur allongement s'accompagne d'une torsion, qui peut être celle d'une spirale comprenant un ou deux tours irréguliers (*fig.* 2 à 11, *an* et an^{1}). J'en ai observé un grand nombre dont les aspects très divers, remarqués aussi par M. Nawaschin, pourraient faire supposer l'existence de mouvements. Bien qu'ils soient dépourvus de cils et d'enveloppe protoplasmique propre, comme c'est d'ailleurs le cas pour les anthérozoïdes quand ils ont pénétré dans le protoplasme de l'archégone, ils n'en méritent pas moins le même nom que les corps reproducteurs mâles des Cryptogames vasculaires ou de certaines Gymnospermes.

» Considérons maintenant, en premier lieu, la façon dont l'un d'eux se comporte en s'unissant aux noyaux polaires, car c'est là l'un des faits les plus curieux.

» Si les noyaux en question sont encore isolés, l'anthérozoïde va d'abord s'accoler au polaire supérieur, plus rapproché du tube pollinique que le polaire inférieur, et se soude avec lui, soit par l'une de ses extrémités, soit par une autre partie du corps. Ensuite, le polaire inférieur vient le rejoindre. Mais ce dernier phénomène n'est pas déterminé par la présence de l'anthérozoïde, puisqu'on a vu précédemment que ce noyau inférieur se déplace pour venir très souvent, avant l'arrivée du tube pollinique, se mettre en contact avec le noyau supérieur.

» Si l'accolement des noyaux polaires a déjà eu lieu antérieurement, l'anthérozoïde peut venir aussi se fixer d'abord sur le polaire supérieur (*fig.* 12); mais, d'ordinaire, il paraît les rejoindre l'un et l'autre à peu près simultanément, et on le trouve sur le côté des noyaux accolés, avec lesquels il contracte une adhérence qui devient de plus en plus intime au fur et à mesure qu'il grossit.

» Même quand les noyaux polaires sont encore séparés l'un de l'autre avant l'entrée du tube pollinique dans le sac embryonnaire, il peut arriver aussi que l'anthérozoïde aille s'unir au noyau inférieur (*fig.* 6 et 17), ce qui dépend, selon toute apparence, de la position qu'occupe ce dernier

par rapport au lieu de pénétration du tube pollinique. Si donc l'anthérozoïde s'unit ordinairement, en premier lieu, au noyau polaire supérieur, c'est pour une raison de proximité, et non parce que celui-ci, étant le frère du noyau de l'oosphère, participe des propriétés de ce noyau femelle et diffère davantage du noyau polaire inférieur.

» Cet anthérozoïde qui va copuler ainsi avec les noyaux polaires, sort-il le premier ou le second du tube pollinique? Au fond, la question n'a que peu d'importance, puisqu'on sait que les deux cellules mâles contenues dans le tube présentent les mêmes caractères et, par suite, sont équivalentes; les deux anthérozoïdes doivent donc avoir les mêmes propriétés. En tout cas, l'observation de stades analogues à ceux des *fig.* 2 et 6 donne à penser que c'est ordinairement l'anthérozoïde sorti le premier du tube qui se dirige vers les noyaux polaires. Dans la *fig.* 6, les deux noyaux polaires qui paraissent superposés étaient, en réalité, situés sur les deux faces opposées du sac embryonnaire.

» Quant au second anthérozoïde, qui va s'unir au noyau de l'oosphère, il reste toujours, et à tous les stades, relativement plus mince et plus court que le premier (*fig.* 1 à 7, an^1 et *fig.* 8 à 11); mais il présente les mêmes caractères de structure. Il s'accole latéralement au noyau femelle et parfois l'embrasse dans une boucle plus ou moins complète (*fig.* 9).

» Jusqu'au moment de la division des produits de la copulation, les deux anthérozoïdes se distinguent l'un et l'autre des noyaux auxquels ils se sont unis non seulement par leur forme spéciale, mais encore par l'aspect qui leur est communiqué par leur contenu chromatique. Presque homogène au sortir du tube pollinique, comme on l'a vu précédemment, leur corps offre bientôt de fines granulations nucléiniennes, qui grossissent dans la suite et se disposent en un réseau filamenteux analogue à celui des noyaux ordinaires. Parfois même, à un stade avancé, les cordons chromatiques présentent à la périphérie du corps une disposition d'apparence spiralée (*fig.* 17 à 19); mais la coupe transversale montre que des cordons se dirigent également en tous sens à son intérieur. Les nucléoles n'apparaissent dans le corps renflé des anthérozoïdes que peu de temps avant la division des produits de la copulation.

» A une phase avancée de son grossissement, et surtout quand il était tordu en spirale, l'anthérozoïde soudé aux noyaux polaires communique souvent à la masse commune un aspect mamelonné que j'avais remarqué jadis, mais sans en reconnaître la cause. D'autre part, au moment où cet anthérozoïde vient rejoindre les noyaux polaires, en se plaçant entre eux,

comme dans la *fig.* 5, par exemple, il offre parfois, s'il n'a pas été convenablement fixé par les réactifs, l'apparence d'un corps allongé, renflé aux deux bouts, et simulant plus ou moins la fusion de petits corps arrondis ou ovoïdes. Cette apparence variable, jointe à d'autres causes d'inexactitude, ont contribué à me faire admettre à tort la présence et la fusion de centrosphères au moment de la copulation des noyaux polaires ou sexuels. On était loin d'ailleurs de soupçonner l'existence des phénomènes dont il vient d'être question, et les procédés techniques employés avant ces dernières années dans ce genre d'études chez les plantes étaient insuffisants.

» Comme la formation de l'albumen précède toujours la division de l'œuf, les changements morphologiques sont plus prononcés, à partir d'un certain stade, dans l'anthérozoïde qui s'est uni aux noyaux polaires que dans celui qui s'est accolé au noyau de l'oosphère. La masse formée par la copulation du premier avec les noyaux polaires conserve un contour irrégulier (*fig.* 7) et, même quand les prophases de sa division se manifestent par la contraction et la disposition pelotonnée des filaments chromatiques, on peut encore reconnaître parfois la triple origine du noyau secondaire du sac embryonnaire. Cette fusion de trois noyaux permet aujourd'hui de mieux comprendre la cause de l'augmentation si marquée du nombre de chromosomes du noyau secondaire, sur laquelle j'avais appelé l'attention.

» De même, la double origine du noyau de l'œuf reste encore visible, et même d'une façon plus manifeste, jusqu'à l'entrée en division de ce noyau, ainsi que je l'ai fait remarquer dans mes observations antérieures.

» En résumé, le phénomène essentiel, que M. Nawaschin a signalé et dont j'ai suivi de mon côté toutes les phases, consiste dans l'existence d'une double copulation sexuelle dans le sac embryonnaire : l'une donnant naissance à l'embryon représentant l'organisme définitif, l'autre fournissant l'albumen, sorte d'organisme transitoire qui servira à la nutrition de l'embryon.

» Ces deux copulations ne sont pas entièrement comparables. En effet, dans la première, les noyaux mâle et femelle possèdent l'un et l'autre le nombre de chromosomes réduit qui caractérise les noyaux sexuels (dans le cas actuel, ce nombre, comme je l'ai montré jadis, est égal à 12); dans la seconde, au contraire, si l'anthérozoïde apporte de son côté le même nombre réduit, il en est autrement pour le noyau polaire inférieur, tout au moins, car il se forme avec un nombre de chromosomes qui, souvent, paraît environ une fois plus élevé et par conséquent voisin de celui des noyaux végétatifs. Ce qui le prouve, c'est que le noyau secondaire, au

moment où il se divise, offre un nombre de chromosomes supérieur à celui qu'il devrait avoir si les noyaux dont il dérive n'avaient eu tous les trois que le nombre réduit caractéristique des éléments sexuels. La première copulation représente donc, seule, une fécondation vraie; la seconde, une sorte de pseudo-fécondation (¹).

» Ce double phénomène a pour agents déterminants les deux cellules mâles équivalentes du tube pollinique, dont les noyaux, dès leur entrée dans le sac embryonnaire, revêtent des caractères morphologiques tout particuliers et se comportent d'une façon telle que je crois pouvoir les assimiler aux anthérozoïdes, dans lesquels le noyau forme, comme l'on sait, la masse principale et essentielle du corps. »

CORRESPONDANCE.

M. **J. Chaffanjon** adresse de Vladivostok ses remercîments à l'Académie, pour le prix Tchihatchef qui lui a été décerné.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Swift* (1899 *a*), *faites à l'observatoire d'Alger, à l'équatorial coudé de* 0ᵐ,318; *par* MM. **Trépied, Rambaud** et **F. Sy**, présentées par M. Lœwy.

Dates. 1899.	Étoiles.	Comète. — Étoile. ΔR.	Comète. — Étoile. ΔD.	Nombre de compar.	Observ.
		m s	′ ″		
Mars 5.....	*a*	— 0.37,46	+13. 3,1	8: 8	T
5.....	*a*	— 0.40,95	+13.56,7	8: 6	R
5.....	*a*	— 0.43,27	+14.21,1	6: 6	S
17.....	*b*	+ 0.40,25	— 9. 5,3	8: 8	S
17.....	*b*	+ 0.39,12	— 8.33,7	10:10	R
18.....	*c*	+ 1.35,89	— 5.15,3	12:12	S
18.....	*c*	+ 1.34,45	— 4.45,3	12:12	R
19.....	*d*	— 1. 0,84	—15.29,2	12:12	S
19.....	*d*	— 1. 2,24	—15. 7,8	12:12	R

(¹) A une époque où l'on ne soupçonnait guère l'existence des phénomènes dont il vient d'être question et où la notion de la réduction chromatique n'intervenait pas encore dans la définition de la sexualité, M. Le Monnier avait proposé l'interprétation suivante pour le phénomène de la fusion des noyaux polaires : « L'albumen est une plante accessoire, indépendante de la plante-mère et associée à l'embryon pour en faciliter le développement. » (*Journal de Botanique*; 1887.)

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1899.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Mars 5....	7.31.19	3.44. 9,17	$\bar{1}$,644	—26. 7.31,2	0,809
5....	7.45.45	3.44. 5,68	$\bar{1}$,661	—26. 6.37,6	0,798
5....	7.52.58	3.44. 3,36	$\bar{1}$,668	—26. 6.13,2	0,792
17....	7.51.54	2.52.43,01	$\bar{1}$,667	—10.55.57,2	0,743
17....	8. 3.31	2.52.41,88	$\bar{1}$,673	—10.55.25,6	0,737
18....	7. 4.54	2.49.31,43	$\bar{1}$,635	— 9.56.39,8	0,758
18....	7.16.25	2.49.29,99	$\bar{1}$,645	— 9.56. 9,8	0,754
19....	7.19.50	2.46.17,22	$\bar{1}$,648	— 8.56.23,3	0,749
19....	7.30.12	2.46.15,82	$\bar{1}$,656	— 8.56. 1,9	0,746

Positions des étoiles de comparaison.

Étoiles.	Ascension droite moyenne 1899,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1899,0.	Réduction au jour.	Autorités.
	h m s	s	° ′ ″	″	
a	3.44.45,68	+0,95	—26.20.26,4	— 7,9	Cordoba, C.G, n° 4234
b	2.52. 2,02	+0,74	—10.46.50,4	— 1,5	Weisse (I), n° 875
c	2.47.54,82	+0,72	— 9.51.23,5	— 1,0	$\frac{1}{3}$(Paris, 3528 + Schjellrup, 805 + Radcliffe$_3$, 684)
d	2.47.17,33	+0,73	— 8.40.53,4	— 0,7	$\frac{1}{5}$(Weisse (I), n° 777 + 2 Paris, 3519 + 2 Radcliffe$_3$, 681)

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Swift* (1899 *a*) *faites à l'observatoire de Toulouse, à l'équatorial Brunner de* 0^m,23 *d'ouverture;* par M. **F. Rossard**, présentées par M. Lœwy.

Dates. 1899.	Étoiles de comparaison.	Comète. — Étoile. Æ.	Comète. — Étoile. Ⓓ.	Nombre de comparaisons.
		m s	′ ″	
Mars 15.......	*a* 585 BD —13°	— 0.50,29	+ 0.41,7	6: 8
16.......	*b* 576 BD —12	+ 0.39,53	— 8.20,7	8:12
18.......	*c* 569 BD —10	+ 1.34,04	— 4.37,8	15:16

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1899.	⋆	Asc. droite moyenne 1899,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1899,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Mars 15.	*a*	3. 0.29,63	+0,77	—13. 7. 3,9	— 2,4	Weisse$_1$ 1038
16.	*b*	2.55.28,27	+0,75	—11.51.21,8	— 1,9	Weisse$_1$ 942
18.	*c*	2.47.54,82	+0,73	— 9.51.22,2	— 1,0	$\frac{1}{4}$(Paris 3528 + Armagh 369 + Gould 3064 + Radcliffe$_3$ 684)

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1899.	Temps moyen de Toulouse.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
Mars 15...	8h 15m 16s	2h 59m 40s,11	$\bar{1}$,621	−13° 6′ 24″,6	0,803
16...	7.36. 2	2.56. 8,55	$\bar{1}$,595	−11.59.44,4	0,728
18...	7.17.34	2.49.29,59	$\bar{1}$,590	− 9.56. 1,0	0,813

« L'observation du 16, publiée au n° 12 des *Comptes rendus*, était inexacte, par suite d'une erreur dans l'identification de l'étoile de comparaison. »

ANALYSE ALGÉBRIQUE. — *Sur plusieurs groupes linéaires isomorphes au groupe simple d'ordre* 25920. Note de M. **L.-E. Dickson.**

« Les recherches de M. Jordan nous ont appris [1] que l'équation pour la détermination des vingt-sept droites situées sur une surface générale du troisième degré et l'équation de la trisection des périodes, dans les fonctions hyperelliptiques à quatre périodes, ont le même groupe G d'ordre 51840. Ce groupe est isomorphe au groupe abélien en quatre indices module 3 et ses facteurs de composition sont 2 et 25920. Soit H le groupe simple d'ordre 25920 ainsi obtenu.

» Je veux présenter quelques résultats sur des groupes linéaires qui sont isomorphes sans mériédrie au groupe H. Les groupes isomorphes sont :

» 1° Le groupe simple d'ordre 25920 contenu dans le second groupe hypoabélien en six indices;

» 2° Le groupe simple O contenu dans le groupe orthogonal en cinq indices $\xi_1, \ldots, \xi_5$ module 3 et qui résulte par l'extension du groupe alterné entre cinq lettres par la substitution W de période trois [2] :

$$\xi_1, \xi_2, \xi_3, \xi_4, \quad \xi_1 - \xi_2 - \xi_3 - \xi_4, \quad \xi_1 - \xi_2 + \xi_3 + \xi_4, \quad \xi_1 + \xi_2 - \xi_3 + \xi_4, \quad \xi_1 + \xi_2 + \xi_3 - \xi_4 \,|;$$

» 3° Le groupe *hyperabélien* d'ordre 25920 qui contient toutes les

---

(1) Le même problème a été étudié par M. Burkhardt (*Mathematische Annalen*, t. XLI), qui a fait usage des travaux de M. Maschke et de M. Witting : *Sur un groupe de collinéations isomorphe au* G.

(2) Dickson, *Systems of simple groups derived from the orthogonal group* (*Bulletin of the American Mathematical Society*, May 1898; *Proceedings of the California Academy of Sciences*, 3e série, vol. I, nos 4-5).

substitutions du déterminant 1 dont les quatre indices ξ_1, ξ_2, ξ_3, ξ_4 et les coefficients sont des entiers complexes de Galois formés avec une racine imaginaire d'une congruence de degré 2 irréductible, mod. 2, et qui laissent invariable la fonction

$$\xi_1\xi_2^2 - \xi_2\xi_1^2 + \xi_3\xi_4^2 - \xi_4\xi_3^2.$$

» Les preuves de ces isomorphismes et de plusieurs propriétés du groupe H se trouvent dans un Mémoire présenté récemment à la Société mathématique de Londres. Je veux indiquer une preuve nouvelle de l'isomorphisme du groupe O au groupe H contenu dans le groupe de l'équation pour les vingt-sept droites sur une surface du troisième degré. Considérez le sous-groupe orthogonal A, d'ordre 960, qui est donné par l'extension du groupe alterné entre cinq lettres $\xi_1, \ldots, \xi_5$ par la substitution

$$|\, \xi_1, \xi_2, \xi_3, \xi_4; \quad -\xi_1, -\xi_2, \xi_3, \xi_4 \,|.$$

» Il est facile de démontrer que toutes les substitutions du groupe O sont données dans le Tableau qui suit :

$$\begin{array}{ll} R_t \equiv [A]\, W^t & (t = 0, 1, 2), \\ R_{s\dot{2}t} \equiv [A]\, W^s(\xi_1\xi_2)(\xi_{\dot{2}}\xi_5)\, W^t & (s = 1, 2;\ t = 0, 1, 2;\ \dot{2} = 1, 2, 3, 4). \end{array}$$

» Les générateurs $(\xi_1\xi_2)(\xi_3\xi_4)$, $(\xi_1\xi_4\xi_2)$, $(\xi_1\xi_2)(\xi_4\xi_5)W$ du groupe O permutent les vingt-sept lignes R de notre Tableau de la manière suivante :

$$\begin{aligned} (12)(34) &= (R_{110}R_{120})(R_{210}R_{220})(R_{130}R_{140})(R_{230}R_{240})(R_{131}R_{231}) \\ &\quad \times (R_{141}R_{241})(R_{112}R_{222})(R_{212}R_{122})(R_{132}R_{142})(R_{232}R_{242}), \\ (142) &= (R_{s10}R_{s20}R_{s40})(R_{s12}R_{2s22}R_{2s42})(R_{s21}R_{2s31}R_{s41}) \quad (s = 1, 2), \\ (12)(45) &= (R_1R_{140})(R_2R_{240})(R_{110}R_{120})(R_{210}R_{220})(R_{211}R_{242}) \\ &\quad \times (R_{221}R_{132})(R_{231}R_{212})(R_{131}R_{241})(R_{141}R_{122})(R_{112}R_{222}), \\ \overline{W} &= (R_0R_1R_2)(R_{s\dot{2}0}R_{s\dot{2}1}R_{s\dot{2}2}) \qquad (s = 1, 2;\ \dot{2} = 1, 2, 3, 4). \end{aligned}$$

» Pour faire l'identification du groupe O avec le groupe H de Jordan (*Traité des substitutions*, n° 442), il suffit de poser, au lieu des vingt-sept lettres $a, b, c, d, \ldots, u'$, respectivement les symboles suivants :

R_0, R_1, R_2, R_{130}, R_{230}, R_{110}, R_{210}, R_{120}, R_{220}, R_{140},
R_{240}, R_{111}, R_{211}, R_{231}, R_{131}, R_{141}, R_{241}, R_{121}, R_{221}, R_{232},
R_{132}, R_{212}, R_{112}, R_{122}, R_{222}, R_{142}, R_{242}.

» Les substitutions A, B, C, D, E de Jordan sont données par les formules

$$E \equiv (142), \qquad CE = (12)(34), \qquad BE = (12)(45),$$
$$D = \overline{W}^{-1} E \overline{W}, \qquad A = (\overline{W}E)\,\overline{W}B\overline{W}^{-1}(\overline{W}E)^{-1}.$$

» Les quarante-cinq triangles *abc*, ..., *lps'* de Jordan (n° 441), sont donnés par les formules simples :

$$(3) \qquad R_0 R_1 R_2, \quad R_{s10} R_{s11} R_{s12} \qquad (s = 1, 2),$$

$$(12) \qquad R_s R_{1\dot{2}s} R_{2\dot{2}s} \qquad (s = 0, 1, 2;\ \dot{2} = 1, 2, 3, 4),$$

$$(12) \qquad \left\{ \begin{array}{l} R_{1\dot{2}t} R_{11t+1} R_{2\dot{2}t+2} \\ R_{2\dot{2}t} R_{21t+1} R_{1\dot{2}t+2} \end{array} \right. \qquad \left[\begin{array}{l} \dot{2} = 2, 3, 4 \\ t \equiv 0, 1, 2 \pmod 3 \end{array} \right],$$

$$(18) \qquad \left\{ \begin{array}{l} R_{s2t} R_{s3t+1} R_{s4t+2} \\ R_{s2t} R_{s4t+1} R_{s3t+2} \end{array} \right. \qquad \left[\begin{array}{l} s = 1, 2 \\ t \equiv 0, 1, 2 \pmod 3 \end{array} \right].$$

CALORIMÉTRIE. — *Méthode rapide pour la détermination de la chaleur spécifique des liquides*. Note de M. **D. Negreano**, présentée par M. Lippmann.

« Le principe de la méthode consiste dans la comparaison des temps nécessaires pour élever du même nombre de degrés des volumes égaux d'eau et d'un liquide quelconque, quand ils sont chauffés par le passage du même courant électrique.

» Voici la manière d'opérer : on intercale dans le circuit d'un accumulateur une spirale métallique et une résistance auxiliaire qui peut être augmentée ou diminuée à volonté. La spirale est introduite dans une éprouvette en verre, où l'on met successivement l'eau et le liquide dont on cherche la chaleur spécifique, jusqu'au même niveau. On place un thermomètre sensible dans le liquide au milieu de la spirale.

» Supposons que l'on ait introduit un liquide dans l'éprouvette et que le courant traverse le circuit. On note les temps, évalués en secondes, quand les températures s'élèvent de degré en degré. L'expérience montre qu'à partir d'un moment déterminé, et pendant une certaine durée, les temps nécessaires pour que les températures s'élèvent du même nombre de degrés sont sensiblement égaux. Dans ce cas les quantités de chaleur cédées par le courant à l'éprouvette en verre et au thermomètre sont presque nulles.

» Soient, d'une manière générale, q la quantité de chaleur cédée par le courant au liquide; r la résistance du fil en ohms; i l'intensité en ampères; t le temps en secondes; J l'équivalent mécanique de la chaleur; on a

$$q = \frac{i}{J} r i^2 t.$$

» Si le poids du liquide est p grammes, sa chaleur spécifique inconnue x, et θ l'élévation de température, on a

$$q = \frac{i}{J} r i^2 t = p x \theta. \tag{1}$$

» On opérera d'une façon analogue avec de l'eau. On introduira de l'eau dans l'éprouvette jusqu'au même niveau et l'on observera les temps t', pendant lesquels les températures s'élèvent du même nombre de degrés θ'. On aura

$$q' = \frac{i}{J} r i^2 t' = p' \theta', \tag{2}$$

p' étant le poids de l'eau.

» De la comparaison de (1) et (2), l'on a

$$\frac{t}{t'} = \frac{p x \theta}{p' \theta'},$$

d'où l'on déduit la chaleur spécifique x du liquide.

» *Exemple.* — Le même courant d'un accumulateur traverse une spirale métallique introduite successivement dans l'eau et l'essence de térébenthine. Les poids p' et p sont : 28^{gr} et $24^{gr},08$. Les temps t et t' sont : 15^s et 40^s pour $\theta = \theta' = 1^\circ$.

» On trouve pour la chaleur spécifique de l'essence de térébenthine 0,43, même résultat que celui obtenu par la méthode des mélanges. »

PHYSIQUE. — *Sur l'emploi des franges de diffraction à la lecture des déviations galvanométriques.* Note de M. **Pierre Weiss**, présentée par M. J. Violle.

« On peut, en principe, augmenter indéfiniment la sensibilité d'un galvanomètre en le construisant à une échelle de plus en plus petite, ou encore en se servant d'un appareil de plus en plus grossissant pour la mesure des angles. On peut, par exemple, faire tomber l'image du fil sur un oculaire micrométrique remplaçant l'échelle transparente habituelle. Mais,

de toute façon, on est bientôt arrêté par le défaut de pouvoir séparateur du miroir. Un miroir de 1^{cm} de diamètre doit, d'après la règle de Foucault, permettre de séparer deux positions distantes de 12 secondes. Pratiquement, un miroir de cette dimension permet d'apprécier avec certitude un angle de 5 secondes environ, et comme l'angle décrit par le rayon lumineux est égal au double de la déviation, c'est environ 2,5 secondes qui représentent le plus petit angle observable.

» On peut reculer notablement cette limite en pointant les franges de diffraction produites par le miroir; voici le dispositif dont je me suis servi :

» L'équipage porte un miroir rectangulaire de 10^{mm} de large et de 4^{mm} de haut, dont le grand côté est perpendiculaire à l'axe de rotation et, par conséquent, horizontal. Le milieu de ce miroir est recouvert de vernis noir, de façon à laisser à ses deux extrémités deux petites facettes réfléchissantes de 4^{mm} sur 3^{mm}. Ce miroir est concave avec un rayon de 4^{m}. Il est éclairé par une ligne lumineuse verticale formée par le filament d'une lampe à incandescence placée à une distance égale au rayon, ou mieux par son image réduite de moitié, et par conséquent plus fine, donnée par une lentille divergente.

» Les rayons réfléchis par les deux plages du miroir produisent, dans le plan focal conjugué de la ligne lumineuse, c'est-à-dire à 4^{m} du miroir, le phénomène bien connu de la diffraction à l'infini dans le cas de deux ouvertures. On voit dans ce plan une sorte d'image élargie du filament, sillonnée dans toute sa longueur de deux franges noires très nettes. En prenant l'une d'elles comme repère des déviations, on apprécie aisément, dans un oculaire micrométrique, un déplacement de $0^{mm},025$ à une distance de 4^{m} du miroir. Ce déplacement est quatre fois plus petit que celui que donne la méthode habituelle avec la même largeur de miroir et il permet de lire les angles à moins d'une seconde près. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'interrupteur électrolytique Wehnelt.* Note de M. A. **Blondel**, présentée par M. Cornu.

« Le fonctionnement du curieux interrupteur Wehnelt, récemment présenté à l'Académie par M. d'Arsonval, n'a pas encore été complètement expliqué. Il est bien établi par l'expérience que la condition essentielle de la marche oscillante, c'est que le circuit soit inductif [1]. Sans self-induction, l'interrupteur s'arrête aussitôt, l'anode rougit et un très faible courant passe d'une façon continue. La self-induction de la bobine ou d'une bo-

---

[1] Cette nécessité a déjà été indiquée par MM. Fleming, Pellat (*Comptes rendus*, 20 mars 1899), etc.

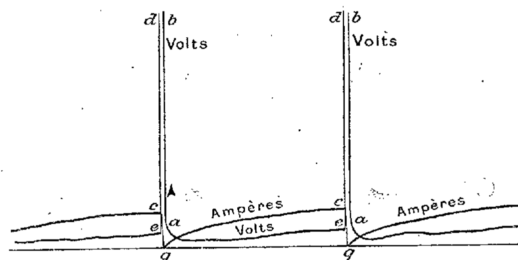
bine de self suffit à produire le phénomène, et la fréquence de celui-ci peut être variée de 1 à plusieurs milliers par seconde en dosant l'inductance.

» On est donc porté à supposer, avec de nombreux auteurs qui ont déjà fait connaître leur avis, qu'il s'agit d'un effet de résonance entre la self-induction et la capacité du condensateur formé par l'anode polarisée. Cette capacité peut atteindre 1 à 2 microfarads par exemple, avec un fil de platine de 10^{mm} de long et $0^{mm},5$ de diamètre.

» Mais cette interprétation, basée sur l'hypothèse de variations sinusoïdales pour les courants alternatifs, n'expliquerait pas comment l'augmentation de la force électromotrice, agissant sur un circuit de composition invariable, peut accroître la fréquence. Elle ne semble pas non plus confirmée par l'étude directe de la courbe de courant.

» Par exemple, le tracé ci-dessous, relevé, d'après des courbes de courant et de force électromotrice, inscrites au moyen de mon oscillographe à 5000 périodes, par MM. Duris, Farmer et Tchernosvitoff, sous ma direction, n'indique qu'une seule oscillation. L'expérience était faite à 40 périodes, avec une self-induction de $\frac{2}{10}$ à $\frac{3}{10}$ de henry, en série avec l'interrupteur, muni d'un fil semblable à celui dont je viens de parler; la tension de la batterie était de 33 volts, le courant de 5 à 6 ampères; la tension aux bornes de la cuve s'élevait à 75 volts.

» La figure montre que le courant s'établit comme dans tous les circuits inductifs, l'électrolyse va en augmentant jusqu'à la production de l'enveloppe gazeuse autour de l'anode, puis, aussitôt qu'elle est complète, il y a interruption brusque de courant, en même temps qu'une énorme élévation de voltage projetant le spot hors du champ, puis le courant et la tension reprennent tous deux leurs valeurs initiales et tout recommence. La précaution que nous avons prise de donner au circuit une période propre plus lente que celle de l'oscillographe permet de croire que ces indications sont dignes de foi.



» Dans ces conditions, le phénomène d'interruption ne donne donc lieu qu'à une seule impulsion apériodique. L'énergie $\frac{1}{2}LI^2$ accumulée dans la self-inductance, et qui se trouve libérée par l'interruption du courant, produit la charge à haut potentiel du condensateur formé par l'anode polarisée dans l'électrolyte. Ce condensateur se détruit en se déchargeant par un arc qui jaillit entre le platine et l'électrolyte et chasse l'oxygène dissocié. L'anode est donc instantanément débarrassée et remise en contact avec le liquide qui condense la vapeur, s'il en reste, ce qui permet au courant de recommencer à passer aussitôt.

» Ce fonctionnement peut être comparé par approximation à celui d'un bélier hydraulique ou d'un pulsomètre.

» Cette explication fait comprendre la nécessité d'une certaine proportion entre la self-induction et les dimensions de l'anode, sans qu'il soit nécessaire d'assimiler le phénomène à une vraie résonance. On comprend aussi pourquoi l'emploi d'un haut voltage qui accroît la rapidité de l'électrolyse peut accroître la fréquence. Enfin la forme de la courbe des volts suffit à expliquer la très grande augmentation de la tension moyenne aux bornes de la cuve signalée par MM. Wehnelt et Pellat.

» L'oscillographe employé ne se prêtait pas à l'examen du fonctionnement aux fréquences élevées, mais il est permis de croire que le phénomène conserve le même caractère quelle qu'en soit la fréquence. L'explication que je viens de proposer peut donc être générale. »

RAYONNEMENT ÉLECTRIQUE. — *Sur l'absorption des ondes hertziennes par les corps non métalliques.* Note de MM. **Édouard Branly** et **Gustave Le Bon.**

« Dans une précédente Communication ([1]), nous avons fait voir qu'une enceinte métallique hermétiquement fermée offre un obstacle absolu au passage des ondes hertziennes, alors même que ses parois n'ont que quelques *centièmes de millimètre* d'épaisseur. L'emploi d'une enceinte rigoureusement close mettait à l'abri des erreurs qui avaient été commises dans toutes les recherches antérieures, ces recherches ayant été faites soit avec de simples écrans, soit avec des boîtes incomplètement fermées.

([1]) *Comptes rendus*, 4 juillet 1898.

Comme nous l'avons montré, la fente la plus fine pratiquée dans une paroi de l'enceinte livre un facile passage aux ondes électriques, si elle est suffisamment longue. Il est évident, d'après cela, que les précautions auxquelles ont recours les photographes pour préserver leurs plaques de la lumière seraient tout à fait insuffisantes à l'égard du rayonnement électrique.

» Il était naturel d'étendre les mêmes procédés de recherches à la transmission à travers les corps non métalliques. Hertz avait constaté la grande transparence du bois, du verre, de l'ébonite, et c'était avec un gros prisme d'asphalte qu'il avait étudié la réfraction électrique. Récemment, les expériences de télégraphie hertzienne avaient contribué à faire admettre comme transparentes les collines qui pouvaient n'être que contournées, comme transparents aussi les murs, bien que leurs portes et leurs fenêtres fussent suffisantes pour le libre passage des ondes.

» Notre opinion n'étant pas fixée, nous avons réalisé plusieurs essais avec des blocs de ciment, avec une pierre de carrière, avec une caisse de sable. Au centre des différents blocs se trouvait ménagée une cavité à peu près cubique de 10^{dc} environ de capacité. Pour cinq des faces de ce réduit, les parois étaient épaisses et également épaisses; la sixième face, ayant la forme d'un carré de 20^{cm} de côté, était fermée par une porte métallique soigneusement ajustée et fixée à l'aide de vis et d'écrous. Cette porte livrait passage au circuit révélateur d'ondes, composé d'une pile, d'un tube à limaille et d'une sonnerie, le tout occupant la cavité du réduit. Le même tube a servi dans toutes les expériences; il était très sensible et contenait de la fine limaille d'un alliage d'or et de cuivre. Un radiateur de Righi, à étincelle jaillissant dans l'huile, et actionné par une bobine d'induction de 15^{cm} d'étincelle, était disposé en face du milieu de la paroi épaisse de la cavité centrale, à l'opposé de la porte métallique. A l'air libre, le radiateur de Righi rendait conducteur le tube à limaille à une distance supérieure à 40^{m}, distance maxima dont nous disposions. On éloignait progressivement le radiateur du bloc jusqu'à ce que le silence de la sonnerie indiquât que les ondes électriques n'agissaient plus (¹). Vers la limite, une seule étincelle ne suffisait plus pour faire fonctionner la sonnerie, il fallait l'accumulation des effets de trois ou quatre, et un peu plus loin

(¹) Comme pour la lumière, le rayonnement incident varie en raison inverse du carré de la distance.

l'action cessait. Aux distances auxquelles le radiateur ne traversait plus le mur, il suffisait de desserrer les écrous de la porte en métal pour que le tube fût influencé de nouveau.

» Voici les résultats des expériences :

» I. Blocs de ciment. — Deux de ces blocs, bien compacts, furent établis avec de petits fragments de pierre meulière noyés dans du ciment de Portland, sans addition de sable. Pour l'un, les parois du réduit intérieur avaient 10^{cm} d'épaisseur et pour l'autre 30^{cm}.

» 1° *Bloc à parois de* 10^{cm}. — Douze heures après sa construction, le bloc étant encore humide, le radiateur de Righi cessait d'agir à 7^{m}. Après plusieurs jours, le bloc étant bien sec, il fallut reculer le radiateur à 12^{m} pour que l'action n'ait plus lieu.

» 2° *Bloc à parois de* 30^{cm}. — Douze heures après la construction, le radiateur de Righi n'exerçait aucune action, l'opacité était complète, même pour une étincelle éclatant à quelques centimètres de la paroi. Après quelques jours, la distance limite se trouva portée à 1^{m} $(70 + 30)$.

» II. Bloc de pierre. — C'était une pierre blanche, demi-dure, du Poitou, sans fissure et sans défaut, parfaitement homogène; les parois du réduit creusé dans la pierre avaient 40^{cm} d'épaisseur. La pierre, sèche, se laissait traverser lorsque le radiateur était à plus de 40^{m}. Après avoir été mouillée pendant plusieurs jours, l'action cessa à 25^{m}.

» III. Caisse de sable. — C'était une caisse en bois remplie de sable de rivière, bien tamisé et séché sur une plaque de tôle chauffée. Les parois de sable de la cavité intérieure avaient 30^{cm} d'épaisseur. Comme la pierre sèche, le sable sec n'exerçait qu'une absorption insignifiante. Le sable ayant été mouillé de façon à être saturé d'eau, le radiateur n'agissait plus qu'à une distance notablement moindre que précédemment (1).

---

(1) Les expériences qui précèdent ont été réalisées avec un rayonnement électrique assez puissant, afin de ne pas trop s'écarter des conditions actuelles d'emploi du rayonnement électrique. Dans un deuxième groupe d'expériences exécutées en même temps que le premier groupe décrit, le radiateur de Righi fut remplacé par un simple excitateur dont la distance explosive n'était que 1^{mm} dans l'air et qui était actionné par une petite bobine de 2^{cm} d'étincelle.

I. Blocs de ciment. — 1° *Paroi de* 10^{cm}. — Bloc humide, l'action de l'étincelle cesse à 80^{cm}. Bloc sec, l'action cesse à 4^{m}.

2° *Paroi de* 30^{cm}. — Que le bloc fût sec ou humide, le rayonnement de l'étincelle ne put traverser la paroi, si petite que fût sa distance à la paroi.

II. Pierre a batir. — La pierre étant bien sèche, l'action avait lieu à 13^{m}, que la porte métallique fût ouverte ou fermée. La pierre étant bien mouillée, l'action cessait à 7^{m}, la porte étant fermée; elle réapparaissait en entr'ouvrant la porte.

III. Caisse de sable. — Sable sec, l'action cessait à 16^{m}. Le sable étant mouillé, l'action cessait à 9^{m}.

» En résumé, l'*opacité* pour les ondes hertziennes des substances non métalliques sur lesquelles nous avons opéré : 1° *dépend de leur nature;* les différences sont extrêmement accusées; si la transparence est très grande avec le sable et la pierre à bâtir, elle devient extrêmement faible avec le ciment de Portland; 2° *l'opacité croît avec l'épaisseur,* des parois de ciment de 30^{cm} se laissant beaucoup moins traverser que des parois de 10^{cm}; 3° *l'humidité augmente nettement l'opacité.* »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'obtention de fantômes électriques montrant les lignes de forces d'un champ électrique dans l'air* (¹). Note de M. E. **Boudréaux**, présentée par M. A. Cornu.

« On peut à bon droit s'étonner que les lignes de forces d'un champ électrique, dans l'*air atmosphérique,* aient tant tardé à être réalisées : c'est apparemment que les expérimentateurs, frappés des analogies avec les phénomènes magnétiques de même ordre, se sont exclusivement attachés à opérer avec des limailles ou poudres métalliques. Or ces poudres, trop conductrices, sont vivement attirées d'abord, puis repoussées au loin par les conducteurs qui constituent le champ. Il fallait donc s'adresser à des poudres semi-conductrices. C'est ainsi que j'ai pu constater qu'une foule de corps réduits en poudre donnent de bons résultats, à une condition toutefois : c'est que la lame de verre disposée horizontalement, sur laquelle les poudres sont répandues autour des conducteurs, *ne soit pas conductrice* et soit bien *homogène.* Il faut d'ailleurs la chauffer et la soutenir par quatre petits piliers de paraffine. Quant aux conducteurs qui déterminent le champ, ils sont collés sur la face inférieure ou supérieure du verre, et mis en relation par des fils fins avec le ou les pôles d'une machine de Wimshurst, dont les plateaux reçoivent un mouvement de rotation assez lent.

» M. Poiret, dans son *Traité de Physique,* cite, sans donner le nom de l'auteur, des expériences faites dans un diélectrique autre que l'air, l'essence de térébenthine. M. Godefroy, professeur à l'École Normale de la Seine, opère dans le pétrole, où il répand de la poudre de fusain. Il obtient ainsi des lignes de forces d'un champ quelconque, dessinées d'une

---

(¹) Travail exécuté au laboratoire de l'École Polytechnique.

manière remarquable; puis le liquide est siphoné lentement au moyen d'une mèche, et après dessiccation l'épreuve se trouve fixée. C'est la vue de ces épreuves qui m'a suggéré l'idée d'essayer de réaliser *dans l'air* les lignes de forces d'un champ électrique. Il me paraissait d'ailleurs utile de chercher à combler cette lacune regrettable, par un procédé identique à celui qui permet d'obtenir les spectres magnétiques et d'une manière aussi simple.

» Il suffit, en effet, les choses étant disposées comme il est dit plus haut, de frapper un léger coup sur le verre : les lignes de forces électriques se dessinent immédiatement. Le corps qui m'a donné les meilleurs résultats est le diamidophénol, *cristallisé en petites aiguilles de deux à trois millimètres de longueur;* mais, à défaut de cette substance, on peut se servir de liège, de sureau, de sucre en poudre et d'une foule d'autres substances. On fixe les figures obtenues, en pulvérisant du vernis photographique à la surface du verre. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la réduction du phosphate de chaux par le charbon dans l'arc électrique.* Note de M. **Albert Renault**, présentée par M. A. Ditte.

« Dans le dernier numéro des *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 787, M. Moissan a décrit la préparation au four électrique d'un phosphure de calcium cristallisé, répondant à la formule P^2Ca^3. J'étudiais cette question depuis plusieurs mois, et, sans songer à aucune réclamation de priorité, je demande la permission d'indiquer quelques-uns de mes résultats.

» Au cours d'un travail entrepris sur la réduction par le charbon, dans l'arc électrique, des sels donnés par les acides du phosphore, j'ai obtenu le phosphure P^2Ca^3 que j'ai préparé de la manière suivante :

» Dans un creuset de fer ou de charbon, bas et large, qui sert de cathode, on introduit un mélange formé de 24 parties de charbon et de 76 de phosphate tricalcique. Le courant est amené par une anode verticale, en charbon, que l'on fait descendre au sein du mélange jusqu'à ce que l'arc électrique jaillisse. Pour cela, il suffit d'un courant de 30 à 35 ampères et d'autant de volts. En même temps qu'apparaît l'arc se dégagent des fumées, contenant du phosphore, qu'il faut éviter d'une manière absolue. A cet effet, on introduit graduellement dans le circuit des résistances croissantes jusqu'à ce que ces fumées aient pris fin ; le courant est alors très constant; le potentiel était de 22 volts, et l'intensité de 20 ampères dans une expérience.

» On obtient ainsi un produit d'aspect gris métallique à cassure cristalline rou-

geâtre. C'est le phosphure de calcium P^2Ca^3, à grain rose, qui se trouve enrobé dans une couverture grisâtre d'un mélange de charbon et de phosphate de chaux.

» Le charbon employé est du coke de pétrole que je dois à l'obligeance de M. L.-M. Bullier. Il contient quelques traces d'hydrocarbures lourds; mais il ne laisse à l'incinération que 0,279 pour 100 de cendres. Il convient donc très bien pour les réductions du genre de celle qui vient d'être exposée.

» Pour doser le calcium de ce phosphure, on décomposait la matière dans de l'eau mélangée de chlorhydrate d'ammoniaque, afin de dissoudre la chaux, que l'on précipitait ensuite à l'état d'oxalate, sans toucher au phosphate et au charbon qui n'ont pas réagi; on opérait en présence d'acide acétique, pour le dosage du phosphore, dans le but de faciliter le dégagement d'hydrogène phosphoré dont on mesurait le volume.

» Les analyses suivantes :

	Trouvé.		Calculé.
P	32,3	33,2	34,06
Ca	67,7	67,4	65,93
	100,0	100,6	99,99

montrent que la composition de ce phosphure peut être représentée par la formule P^2Ca^3.

» Toutes les analyses ont constamment présenté un léger excès de calcium et un petit déficit en phosphore. On s'explique très bien ce résultat par la facilité avec laquelle le phosphure P^2Ca^3 s'altère à l'air humide, quand il n'est pas revêtu de cette couverture dont j'ai déjà parlé. Aussitôt à l'air, la cassure rose de ce corps se recouvre d'un dépôt blanc de chaux.

» La propriété la plus importante du phosphure P^2Ca^3 consiste à décomposer l'eau en donnant de l'hydrogène phosphoré gazeux, entièrement absorbable par le sulfate de cuivre et non spontanément inflammable à l'air.

» Dans certaines circonstances, sur lesquelles je reviendrai plus tard, j'ai obtenu un mélange de phosphures de calcium donnant à la fois les phosphures d'hydrogène gazeux et liquide. J'espère arriver à séparer à l'état de pureté ces différents phosphures de calcium. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Absence d'iode sous forme libre ou de gaz iodés dans l'atmosphère de la région toulousaine.* Note de M. F. GARRIGOU, présentée par M. Armand Gautier.

« Il y a trente ans, j'avais entrepris une recherche sur une grande échelle, pour connaître la composition intime de l'air dans la région toulousaine. Dans ce but, j'avais fait construire deux aspirateurs de 500^{lit}, dont l'un

était alternativement en fonction pendant que l'autre était remis en état d'aspirer.

» 500^{mc} d'air furent consacrés à la recherche de l'iode.

» Cet air était filtré sur du coton avant d'entrer dans l'appareil fixateur, constitué par une série de barboteurs contenant une solution de potasse préparée à la baryte. Un essai préliminaire m'avait démontré la pureté absolue de la potasse par rapport à l'iode.

» A la fin de l'aspiration, les solutions potassiques furent réunies, évaporées à siccité et le résidu très légèrement calciné.

» Ce résidu fut lavé par de l'alcool à 90° et chaud. Cet alcool, évaporé à siccité, laissa un second résidu très faible qui fut dissous dans quelques gouttes d'eau distillée, auxquelles on ajouta une goutte de solution légère et fraîche d'amidon, puis une trace d'azotite de zinc et, enfin, une trace d'acide sulfurique. Il ne se produisit pas la moindre coloration bleue d'iodure d'amidon.

» J'en conclus qu'il n'y avait pas trace d'iode dans l'air de Toulouse.

» J'ai également recherché l'iode dans l'air atmosphérique de la saline de Salies-de-Béarn, en faisant condenser la vapeur d'eau qui se dégage des grandes chaudières d'évaporation. Cette eau condensée contenait des quantités très notables de chlorure de sodium, mais le procédé décrit plus haut n'y a révélé aucune trace d'iode.

» Ces observations sont tout à fait d'accord avec celles de M. A. Gautier.

» Je n'ai pas recherché l'iode dans les poussières de l'air retenues par la bourre de coton, poussières où M. A. Gautier vient de signaler l'existence de l'iode sous forme organisée. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les huiles d'acétone de la distillation sèche du pyrolignite de chaux comme source des méthylpropylcétones.* Note de MM. **A.** et **P. Buisine**, présentée par M. Friedel.

« Nous avons indiqué, dans une précédente Communication, que la distillation sèche des sels de chaux des acides volatils des eaux de dessuintage des laines donne une forte proportion de méthyléthylcétone et qu'on a là une source abondante, industrielle, de cette cétone intéressante.

» Nous avons étudié également et de la même façon, au point de vue de leur composition, les huiles d'acétone obtenues dans la fabrication de l'acétone par distillation sèche du pyrolignite de chaux brut. Ce sel renfermant toujours, à côté de l'acétate de chaux qui en forme la majeure partie, de petites quantités de sels de chaux d'acides gras volatils plus éle-

vés, l'acétone brute qui en résulte laisse à la rectification une petite quantité (5 pour 100 environ) d'huiles passant au-dessus de 70° ; c'est le produit qu'on désigne sous le nom d'*huile d'acétone*.

» M. L. Wolfer (*Chem. Zeitung*, t. XIV, p. 1141) a extrait de ces huiles d'acétone de la méthyléthylcétone, de la méthylpropylcétone et de la méthylbutylcétone.

» Nous donnons ci-dessous la composition de deux échantillons d'huile d'acétone du pyrolignite de chaux, établie par la méthode sommaire que nous avons décrite dans une précédente Note.

» Le premier échantillon nous a été fourni par une usine allemande ; le second, que nous devons à l'obligeance de M. C. Vincent, provient d'une usine française.

	I.	II.
Densité	842	828
Portion insoluble dans l'eau	44 %	68 %
Portion insoluble dans le bisulfite de sodium	6 %	5 %
Distillation du produit :		
De 70° à 76°	2	0
76 80	10	0
80 85	12	7
85 90	12	11
90 100	28	17
100 110	10	27
110 120	11	21
120 130	5	6
130 140	4	3
140 150	3	3
Au-dessus de 150	3	5
	100	100

» On voit d'abord que ces huiles d'acétone sont assez variables, comme composition, et cela tient évidemment à la composition des pyrolignites de chaux qui servent de matière première et peut-être aussi à la façon dont est conduite la distillation.

» Quoi qu'il en soit, ces huiles sont pauvres en méthyléthylcétone, qui est soluble dans l'eau et qui bout à 80° ; par contre, elles sont riches en méthylisopropylcétone, qui bout à 93°,5, et en méthylpropylcétone qui bout à 102°.

» Il est facile d'ailleurs d'extraire ces dernières cétones du mélange. Il suffit pour cela d'agiter l'huile avec un excès de bisulfite de sodium concentré (300cc de bisulfite

à 40°B. pour 100^{cc} d'huile). Le mélange se prend presque immédiatement en une masse pâteuse qui, au bout de quelques heures, se transforme en un amas de lamelles nacrées. On les sépare du liquide par filtration à la trompe, on les lave avec une solution de bisulfite de sodium et ensuite à l'éther pour les débarrasser d'une petite quantité d'huile insoluble dans le bisulfite; enfin on les sèche à l'air. On obtient ainsi à l'état de pureté, en belles lamelles, les combinaisons bisulfitiques insolubles.

» Cette combinaison est décomposée à chaud par un excès de carbonate de sodium en solution aqueuse; il se sépare une huile qu'on décante et qu'on sèche sur du carbonate de potassium sec.

» A la distillation, cette huile passe presque complètement entre 90° et 110°; elle est formée de méthylisopropylcétone et de méthylpropylcétone, qu'on sépare par des rectifications répétées. Notre collègue, M. Bouveault, a en outre caractérisé ces cétones par le point de fusion de leur combinaison avec la semicarbazide. La méthylpropylcétone est de beaucoup la plus abondante dans le mélange.

» La combinaison bisulfitique précipitée est donc formée presque exclusivement par la méthylisopropylcétone et la méthylpropylcétone; elle renferme très peu de cétones supérieures.

» On obtient donc ainsi directement et très facilement ces cétones à l'état de pureté; elles sont presque insolubles dans l'eau et douées d'une odeur pénétrante agréable.

» En outre le rendement est considérable; l'échantillon II, par exemple, nous a fourni ainsi 45 pour 100 en méthylisopropylcétone et méthylpropylcétone.

» Dans la solution bisulfitique, on retrouve encore un peu de méthylisopropylcétone, de méthylpropylcétone avec la méthyléthylcétone.

» *En résumé*, la distillation sèche des sels de chaux des acides volatils du suint est une source abondante de méthyléthylcétone; les huiles d'acétone des fabriques d'acétone par le pyrolignite de chaux constituent, au contraire, une source importante des méthylpropylcétones. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la solanine*. Note de MM. **P. Cazeneuve** et **P. Breteau**, présentée par M. Friedel.

« De nombreuses divergences règnent sur la composition de la solanine et sur ses propriétés.

» D'après Zwenger et Kind [1], la solanine extraite des germes de pomme de terre fondrait à 240° et donnerait à l'analyse élémentaire :

$$C = 60,21, \qquad H = 8,28, \qquad Az = 1,63,$$

correspondant à la formule $C^{43}H^{71}AzO^{6}$.

---

[1] *Annalen der Ch. et Ph.*, t. CXVIII, p. 129, et *Répertoire de Chimie pure*, t. IV, p. 74; 1862.

» Kletzinsky ([1]) donne le même point de fusion 240°, avec les chiffres suivants :

$$C = 61,02, \quad H = 8,47, \quad Az = 3,39,$$

correspondant à la formule $C^{21}H^{35}AzO^{7}$.

» Hilger ([2]) donne comme point de fusion 235° et aurait obtenu :

$$C = 59,40, \quad H = 10,30, \quad Az = 1,65,$$

résultats qui le conduisent à la formule $C^{42}H^{87}AzO^{15}$.

» Enfin Firbas ([3]) a trouvé comme point de fusion 244°, et comme résultats d'analyse :

$$C = 61,24, \quad H = 9,13, \quad Az = 1,37.$$

» Il adopte la formule $C^{52}H^{93}AzO^{18}$.

» L'équation de dédoublement de la solanine en solanidine et glucose est entachée des mêmes incertitudes.

» La solanidine elle-même a reçu diverses formules.

» Nous avons pensé que le mode de préparation, plus ou moins vicieux, suivi par les chimistes, amenait des altérations de la solanine. De là, des résultats d'analyse profondément différents.

» Nous nous sommes arrêtés au mode d'extraction suivant, qui nous a paru propre à ménager la nature de ce principe immédiat, quelque altérable qu'il fût.

» Des germes de pommes de terre, ne dépassant pas 10^{cm} de longueur, et obtenus par germination à l'abri du soleil, ont été broyés intimement avec la moitié de leur poids de chaux éteinte. Cette pulpe a été séchée à l'air, à la température ordinaire, puis épuisée, à froid, par l'alcool à 93°.

» La liqueur alcoolique, à peine colorée en jaune, a été distillée dans le vide, à 40°-45°, jusqu'à consistance sirupeuse.

» Par refroidissement, il s'est formé une cristallisation confuse. La masse cristalline a été lavée à la ligroïne et à l'éther.

» Le produit cristallin, à peine teinté en jaune, a été mis à cristalliser trois fois dans l'alcool à 95° bouillant.

» Nous avons obtenu ainsi, avec un rendement de 1^{gr} environ pour 1^{kg} de germes, un corps très léger, en aiguilles soyeuses et absolument incolores, insoluble dans l'eau et dans l'éther, très peu soluble dans l'alcool froid, plus soluble dans l'alcool chaud.

» La solanine, ainsi obtenue et purifiée, est à peine alcaline au tournesol très sensible. Elle fond à 250°. Nous avons donc trouvé un point de fusion plus élevé que nos devanciers.

([1]) *Bullet. Soc. chim.*, t. VII, p. 452; 1867.

([2]) *Liebig's Annalen*, t. CXCV, p. 321.

([3]) *Monatshefte für Chemie*, t. X, p. 543.

» Après dessiccation dans le vide, notre solanine perd à 105°, sans s'altérer, 5,52 pour 100 d'eau de cristallisation.

Matière séchée dans le vide.	Perte à 105°.	Soit en centièmes.
$0^{gr},464$	$0^{gr},0257$	5,54
$0^{gr},8184$	$0^{gr},045$	5,50

soit, en moyenne, 5,52.

» Le produit, séché à 105°, a donné à l'analyse élémentaire, en centièmes :

	I.	II.	Moyenne.
C…………	60,23	60,38	60,30
H…………	8,68	8,66	8,67
Az…………	2,51	2,56	2,53
O…………	28,58	28,40	28,50
	100,00	100,00	100,08

avec eau de cristallisation, 5,52 pour 100.

» La formule la plus simple $C^{28}H^{47}AzO^{10}, 2H^2O$ exigerait :

$C = 60,32$, $H = 8,44$, $Az = 2,51$, $O = 28,75$ et enfin $2H^2O = 6,07$ (1)

» Notre solanine, qui est insoluble dans l'eau, se dissout facilement dans l'eau acidulée. Elle a donc un caractère basique, et l'étude de ses sels mérite d'être reprise.

» Par hydrolyse, au moyen de l'acide chlorhydrique, elle se dédouble en un produit cristallisé, fondant à 190°, soluble dans l'éther — caractères du corps désigné sous le nom de *solanidine* — et en un principe sucré, réducteur, qui donne une dihydrazone (osazone).

» Bien entendu, nous poursuivons l'étude de ces produits de dédoublement, pour les lier à notre formule de la solanine.

» Notre solanine se différencie des solanines décrites par des phénomènes de coloration produits, soit au contact de l'acide sulfurique concentré, de l'acide nitrique ($D = 1,5$), ou de l'acide chlorhydrique concentré ($D = 1,171$).

» 1. Notre solanine se colore à peine en jaune par l'acide sulfurique monohydraté. Cette teinte devient, sur les bords, avec le temps, légèrement rosée, puis violette. Les solanines décrites donnent, au contraire, ces caractères de coloration d'une façon très intense. Elles colorent en

(1) La différence de $\frac{1}{2}$ pour 100 environ, entre la formule théorique et l'expérience, s'explique par l'évaluation de l'eau par chauffe à 105°, après un séjour très prolongé dans le vide qui a dû déshydrater partiellement la substance.

orangé au contact de l'acide sulfurique, puis passent au violet foncé et au brun.

» 2. L'acide nitrique ($D = 1,5$) donne, avec notre solanine, une solution immédiate, incolore, qui ne devient à peine rosée qu'au bout d'un fort long temps. Les solanines décrites donnent, avec l'acide nitrique, une solution incolore, qui passe rapidement à une coloration pourpre magnifique, laquelle disparaît bientôt.

» 3. L'acide chlorhydrique ($D = 1,171$) jaunirait la solanine, d'après les chimistes qui nous ont précédés dans l'étude de ce glucoside. Notre produit reste absolument incolore.

» 4. Une goutte d'un mélange, encore chaud, d'alcool absolu (9 parties) et acide sulfurique monohydraté (6 parties), colore en vert clair nos cristaux de solanine, tandis que le liquide qui baigne ces cristaux prend une teinte rose très pâle. Une solanine d'origine allemande nous a donné, avec ce réactif, une coloration rouge sang.

» L'analyse élémentaire et les phénomènes de coloration au contact des acides concentrés différencient donc nettement notre solanine des produits déjà décrits. L'étude approfondie de notre corps nous permettra sans doute de confirmer la formule à laquelle nous nous sommes arrêtés, à moins qu'il ne faille admettre un multiple. »

TRAVAUX PUBLICS. — *Bateaux pour briser la glace, en Russie.*
Note de M. **Venukoff.**

« Les bateaux à vapeur pour naviguer dans les eaux couvertes de glace sont actuellement assez nombreux aux États-Unis de l'Amérique et en Russie. Dans ce dernier pays, au mois de février de l'année courante, on a introduit, dans le port gelé de Cronstadt, un navire brise-glace ayant une machine de 12000 chevaux-vapeur. Il marchait avec la vitesse de 3^{km} à l'heure quand l'épaisseur de glace était de $1^{m},50$, et voyait cette vitesse grandir jusqu'à 7^{km} à l'heure lorsque l'épaisseur de glace diminuait jusqu'à 1^{m}. Ce navire a quatre hélices, dont une est destinée à briser la glace et trois autres à pousser le bateau le long du canal formé. La ville de Rével possède un pareil brise-glace encore plus grand; sa machine est de 23000 chevaux-vapeur. Enfin, sur le lac de Baïcal, en Sibérie, paraîtra bientôt un navire brise-glace qui transportera, à travers les glaces

brisées par lui, des trains entiers du chemin de fer Transsibérien : sa machine aura une force de 40000 chevaux-vapeur (¹). »

M. A. Meyer adresse une Note relative à une « théorie de la cycloïde ».

M. E. Ducretet informe l'Académie qu'il vient de réaliser des expériences de télégraphie hertzienne sans fil, dans Paris, au-dessus des maisons, entre des édifices séparés par une distance de 7^{km}.

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 27 mars 1899.

Service géographique de l'Armée : La Carte de France, 1750-1898. *Étude historique*, par le colonel Berthaut. Imprimerie du Service géographique, 1898; 2 vol. in-4°. (Présenté par le général Bassot, pour le concours du prix de Statistique, fondation Montyon.)

Les enzymes et leurs applications, par le Dr Jean Effront. Paris, G. Carré et C. Naud, 1899; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

L'esthétique nouvelle « Althéique ». Le beau et sa loi, par Azbel. Paris, Hugues Robert et Cie, 1899; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Annales du Commerce extérieur. Année 1899, 1er fascicule. Paris, Imp. nationale, 1899; 1 fasc. in-8°.

Bulletin mensuel du Bureau central météorologique de France, publié par E. Mascart, Année 1899. N° 1. Janvier 1899. Paris, Gauthier-Villars, 1899; 1 fasc. in-4°.

Annales des Ponts et Chaussées. Ire Partie : *Mémoires et documents relatifs à l'art des constructions et au service de l'ingénieur*. 1898, 7e série, 8e année, 4e trimestre. Paris, Vve Ch. Dunod; 1 vol. in-8°.

(¹) Les dimensions des navires employés pour briser la glace dans le port d'Odessa, de Vladivostok et de Kertch, ne nous sont pas connues.

Matériaux pour l'histoire de l'homme : Revue d'Anthropologie, Revue d'Ethnographie, réunies. L'Anthropologie, rédacteurs : MM. Boule, Verneau. 1899, tome X, n° 1, janvier-février. Paris, Masson et Cie ; 1 fasc. in-8°.

Mémoires de la Société zoologique de France, pour l'année 1898. Tome XI. Paris, 1898 ; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société industrielle d'Amiens. Tome XXXVII, n° 1, janvier 1899. Amiens, E. Jeunet, 1899 ; 1 fasc. in-4°.

Annales de la Société d'Agriculture, Sciences et Industrie de Lyon. 7e série, tome V, 1897. Lyon-Paris, J.-B. Baillière et fils, 1898 ; 1 vol. in-8°.

Annales de la Société linneenne de Lyon. Année 1898, nouvelle série, tome XLV. Lyon-Paris, J.-B. Baillière, 1899 ; 1 vol. in-8°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Lyon : Sciences et Lettres. 3e série, tome V. Paris-Lyon, J.-B. Baillière, 1898 ; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société de l'Industrie minérale, publié sous la direction du Conseil d'administration. 3e série, tome XII, 4e livraison, 1898. Saint-Etienne, J. Thomas et Cie ; texte, 1 vol. in-8°. Atlas, 1 fasc. in-f°.

Sanatorium Vorderbrühl. Budapest, s. d. ; 1 br. in-16 oblong.

Matériaux pour la Carte géologique de la Suisse, publiés par la Commission géologique de la Société helvétique des Sciences naturelles. Berne, Schmid et Francke, 1898 ; 2 fasc. in-4°.

Observaciones meteorologicas correspondientes al año 1898 : *Analisis quimico y micrografico de las aguas de lluvia y del aire atmosférico.* Guatemala, 1899 ; 1 fasc. in-8°.

Royal geographical Society. Year-Book and Record 1899. Second year of publication. London, 1899 ; 1 vol. in-8°.

Naturæ novitates : Bibliographie neuer Erscheinungen aller Länder auf dem Gebiete der Naturgeschichte und der exacten Wissenschaften, herausgegeb. v. R. Friedländer und Sohn. Berlin, N. W., 1899 ; 4 fasc. in-8°.

Boletin de la Sociedad geografica de Madrid. Tomo XL, nos 10°, 11° y 12°. Octobre-diciembre 1898. Madrid, Fortanet, 1898 ; 1 fasc. in-8°.

Bollettino mensuale pubblicato per cura dell' osservatorio centrale del real Collegio Carlo Alberto in Moncalieri. Série II, vol. XIX, nos 1-2-3. Torino, 1899 ; 1 fasc. in-4°.

The canadian patent office record and register of copyrights and trade marks Ottava, January 31st 1899. Ottava, 1898 ; 1 fasc. in-4°.



COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 AVRIL 1899,

PRÉSIDENCE DE M. VAN TIEGHEM.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'interprétation d'un nombre restreint d'observations.* Note de M. HATT.

« Dans le numéro des *Comptes rendus* du 13 mars, M. Vallier a proposé une règle, dispensant de recourir *à l'élimination d'une mesure* qui s'écarte notablement d'une série d'autres mesures concordantes de la même grandeur. Cette règle consiste à appliquer à la moyenne générale des valeurs obtenues une correction dont l'expression est

$$-\frac{1}{2}\frac{s_3}{s_2},$$

s_2 et s_3 désignant les sommes algébriques des carrés et des cubes des différences entre les observations isolées et leurs moyennes.

» Un cas particulier qui, théoriquement, répond aux conditions du problème, est celui de $n - 1$ mesures M, égales entre elles, auxquelles vient se joindre une mesure p notablement plus grande que M.

» La moyenne générale P a pour expression

$$P = M + \frac{p - M}{n}$$

et l'on obtiendra pour s_2 et s_3 les valeurs

$$s_2 = \frac{(p - M)^2 (n - 1)}{n},$$

$$s_3 = \frac{(p - M)^3 (n - 1)(n - 2)}{n^2},$$

d'où

$$\frac{1}{2} \frac{s_3}{s_2} = \frac{(p - M)(n - 2)}{2n}.$$

» Il suffit donc que n soit supérieur à 4 pour que la valeur de cette expression soit supérieure à celle de $\frac{p - M}{n}$ et que, par suite, la moyenne corrigée descende au-dessous de M. L'impossibilité manifeste d'un pareil résultat fait naître des doutes sur la convenance de la règle proposée.

» On objectera peut-être que, dans l'exemple cité, les mesures sont arbitrairement choisies et ne satisfont pas aux conditions imposées par la loi des erreurs d'observation aux quantités mesurées. L'objection serait sérieuse si la valeur de n était très grande; mais comme il s'agit expressément d'un nombre restreint d'observations, on peut affirmer que l'hypothèse faite n'a rien d'invraisemblable.

» Dans le même ordre d'idées, il nous semble que l'assimilation admise par M. Vallier entre les quantités $\frac{h^2}{n}$ et $\frac{1}{s^2}$ est critiquable.

» s_2 est la somme des carrés des écarts à partir de la moyenne, sa valeur effective est déterminée par le petit nombre d'observations que l'on possède; tandis que h^2, inverse de l'écart moyen quadratique, est une quantité que l'on est censé connaître *a priori* et qui de toute façon ne peut être déterminée qu'au moyen d'un très grand nombre d'observations. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les applications de l'aluminium.* Note de M. **Henri Moissan**.

« J'ai lu avec beaucoup d'intérêt les différentes Notes de notre confrère M. Ditte ([1]) sur les propriétés de l'aluminium, sur la façon dont ce métal se comporte en présence des solutions de chlorure de sodium et d'acide acétique, et sur ce fait que sa chaleur considérable d'oxydation le rend attaquable par un très grand nombre d'agents chimiques.

» Cependant, sur divers points, nous différons d'avis; je voudrais préciser ces points et donner mon opinion sur ce sujet.

» Je ne critique en rien, bien entendu, les expériences de M. Ditte, mais je ne partage pas ses idées à propos des conclusions qu'il en tire au point de vue des applications de l'aluminium.

» Tout d'abord je me permettrai de faire une observation générale. Toutes les expériences de notre confrère n'ont pas été faites sur un métal ou des alliages dont la composition ait été déterminée d'une façon rigoureuse. Dans son étude, M. Ditte ne tient pas compte des impuretés de l'aluminium; il semble ne pas y attacher d'importance. Pour lui, les causes déterminantes d'attaque du métal ou des alliages sont dues aux seules propriétés particulières du corps simple aluminium. Il dit bien, il est vrai, au début de sa Note, qu'il a examiné deux tôles d'aluminium qui renferment pour 100 de 0,29 à 0,37 de fer et de 0,37 à 0,54 de silicium : ces analyses ayant été faites au Comité d'artillerie, sous la direction de M. le capitaine Ducru.

» J'aurais préféré, pour ma part, voir confirmer ces chiffres par des analyses personnelles de M. Ditte. D'autant plus que notre confrère signale, dans sa Note, des expériences faites sur l'aluminium, sur des alliages aluminium-cuivre, sur des fragments des voitures-citernes employées à Madagascar et sur d'autres fragments de gamelles mises en réforme après cette même campagne.

» Or ces derniers alliages d'aluminium sont différents des alliages employés aujourd'hui. J'ai déjà eu l'honneur d'appeler l'attention de l'Académie sur les variations profondes que présentent les échantillons d'alumi-

---

([1]) Ditte, *Sur les propriétés et les applications de l'aluminium* (*Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 193, 195; 1899 et t. CXXVII, p. 919; 1898).

nium industriel impurs ou à peu près purs ([1]). Je puis assurer à M. Ditte que l'aluminium qui renferme des traces de sodium ou de carbone s'altère beaucoup plus rapidement que l'aluminium préparé en ces derniers temps. D'ailleurs, c'est à la présence d'une petite quantité de métal alcalin que l'aluminium, découvert par Wœhler, devait de différer comme propriétés de l'aluminium de Sainte-Claire Deville.

» Je crois faire un acte de justice en rappelant que c'est en particulier à la Commission militaire de l'aluminium et au zèle et à l'activité de M. l'intendant Darolles que nous devons d'être arrivés en France à faire produire aux deux usines d'aluminium de M. Héroult et de M. Secrétan un métal de plus en plus pur. Je dois reconnaître aussi que ces industriels ont fait le possible pour nous satisfaire et que les progrès de leur fabrication ont été continus et très réels.

» Pour bien faire comprendre la différence profonde qui existe entre l'aluminium produit en 1893 et l'aluminium d'aujourd'hui, je citerai les analyses suivantes, choisies parmi les centaines d'analyses qui ont été faites dans mon laboratoire pour l'étude de cette question ([2]).

Analyses d'alliages d'aluminium faites en août et septembre 1893.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
Cuivre	5,85	5,60	2,62	2,27	1,20	6,35	5,99
Silicium	1,27	1,43	1,56	1,50	1,58	1,64	0,93
Fer	0,41	0,32	1,53	1,59	1,15	1,66	1,13
Aluminium	92,78	92,85	94,52	94,77	96,33	90,55	92,07
	100,31	100,20	100,23	100,13	100,26	100,20	100,12

Analyses d'aluminium et d'alliages d'aluminium faites en novembre 1897.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Cuivre	3,02	traces	traces	3,01	3,02	2,90
Silicium	0,04	0,05	0,08	0,09	0,02	0,13
Fer	0,20	0,19	0,32	0,12	0,20	0,12
Aluminium	97,01	99,80	99,18	97,02	96,74	97,04
	100,27	100,04	99,58	100,24	99,98	100,19

([1]) H. Moissan, *Impuretés de l'aluminium industriel* (*Comptes rendus*, t. CXIX, p. 12; 1894).

([2]) H. Moissan, *Analyse de l'aluminium et de ses alliages* (*Comptes rendus*, t. CXXI, p. 851; 1895).

» Cette pureté de l'aluminium actuel a été due, en partie, aux perfectionnements que M. Secrétan a apportés au procédé Hall.

» Quoi qu'il en soit, l'aluminium employé pour les objets d'équipement de Madagascar ne doit pas, selon moi, être comparé à l'aluminium pur ou à peu près pur que l'on obtient aujourd'hui. J'ajouterai que, bien que M. Ditte ne semble pas attacher un rôle important aux impuretés de ce métal, j'ai toujours vu l'aluminium impur s'attaquer et se piquer beaucoup plus vite que l'aluminium pur.

» Je tiens à faire remarquer que je n'ai pas étudié le métal des voitures-citernes employées à Madagascar et que, *a priori*, ces voitures, étant données les propriétés de l'aluminium, devaient fournir de mauvais résultats, la caisse d'aluminium étant placée sur des montants en fer. J'ai déjà signalé l'action électrolytique qui se produit au contact de l'aluminium et d'un autre métal, ou même au milieu d'une plaque d'aluminium hétérogène [1]. M. Ditte, dans sa dernière Note, insiste avec beaucoup de raison sur ces conditions.

» Il n'en est pas de même pour les gamelles, marmites, bidons et quarts employés dans la campagne de Madagascar, bien que cet aluminium ne fût pas encore très pur. M. le capitaine Ducru a remis à M. Ditte quelques objets en aluminium en mauvais état, revenant de Madagascar. Il existe d'autres objets de petit équipement en aluminium qui, après avoir fait la campagne, sont revenus en bon état. On ne peut tirer, du reste, aucune conclusion d'objets en aluminium réformés, dont on ne connaît pas l'histoire, et qui peuvent avoir été plus ou moins malmenés, qui peuvent, par exemple, avoir été ramenés en France, à fond de cale, au contact de l'eau de mer. Ce que je puis certifier à M. Ditte, c'est que la plupart des gamelles qui sont revenues sur le sac de nos soldats étaient en bon état. J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un certain nombre de ces objets, gardés en magasin depuis trois années. Ils sont bossués, noircis, mais ils ne sont pas percés.

» Enfin, M. le général Dumont, Président de la Commission de l'aluminium, après approbation de M. le Ministre de la Guerre, m'a autorisé à apporter, devant l'Académie, des extraits de quelques rapports des Chefs de Corps de Madagascar :

» 200e *d'Infanterie.* — La substitution des objets en aluminium à ceux en fer-blanc

---

(1) H. Moissan, *Sur la présence du sodium dans l'aluminium préparé par électrolyse* (*Comptes rendus*, t. CXXI, p. 794; 1895).

constitue un grand progrès. Ces objets de campement sont plus propres, plus légers, se détériorent moins.

» *Régiment d'Algérie*, 1[er] *bataillon*. — Ce matériel est absolument supérieur à l'ancien au point de vue de la légèreté, de la propreté, de la résistance et de l'absence d'oxydation.

» *Régiment d'Algérie*. — Les marmites et gamelles ont été employées journellement depuis le début de la campagne et cependant aucun de ces objets n'a été signalé comme troué par usure ou par le feu, accidents qui n'auraient pas manqué de se produire avec des ustensiles en fer battu. Et plus loin : Plus de rouille comme avec les objets de campement dont l'étamage disparaît si rapidement; partant plus d'ustensiles troués; plus de mauvais goût des petits bidons.

» 1[er] *chasseurs d'Afrique*, 10[e] *escadron*. — Les ustensiles en aluminium, en outre de leur légèreté, offrent le sérieux avantage d'être fabriqués d'une seule pièce et par conséquent de ne point présenter les soudures par lesquelles, le plus souvent, se produisent les détériorations et les mises hors d'usage, en particulier, pour les bidons individuels.

» 13[e] *régiment d'infanterie de marine*, 2[e] *brigade*. — Les ustensiles en service au régiment sont en bon état après quatre mois de colonne et continuent à être employés, alors que l'ancien campement est mis généralement hors d'usage au bout de trois mois au maximum. L'entretien des ustensiles est très facile. On rend rapidement au métal son extérieur poli et brillant en le frottant avec un linge. L'ancien campement, au contraire, ne tardait pas à être noirci, son nettoyage était laborieux et l'on ne pouvait le rendre d'aspect convenable que par des étamages mensuels.

» 2[e] *régiment d'artillerie de marine*, 9[e] *batterie*. — Les avantages que le campement en aluminium présente sur l'ancien campement en fer battu sont de ne pas s'oxyder et d'être très léger; au point de vue de sa solidité, je crois qu'il offre au moins autant de résistance que l'ancien, seulement il se bosselle plus facilement.

» 13[e] *compagnie du génie*, 1[re] *brigade*. — L'emploi de l'aluminium présente de sérieux avantages principalement au point de vue de la légèreté et de l'entretien des ustensiles.

» *Artillerie de marine*, 8[e] *batterie de montagne*. — Les gamelles et marmites en aluminium pour quatre hommes, dont la batterie se sert depuis le commencement de la campagne, rendent de très bons services et ont l'avantage d'être beaucoup plus légères que les gamelles et marmites en fer battu. Les conditions de solidité paraissent être également remplies, car aucune dégradation n'a été constatée dans les ustensiles en service à la batterie.

» Si l'on veut d'ailleurs se rendre compte de la valeur des gamelles en aluminium, nous devons les étudier comparativement avec les objets similaires en fer étamé. Les objets en aluminium ont l'avantage d'être beaucoup plus légers que les objets en fer-blanc. Il nous semble très important de pouvoir diminuer de ce chef la charge du soldat de 800[gr], ou, dans un moment donné, de pouvoir remplacer cette différence de poids par un poids équivalent de cartouches. Nous ajouterons que ces gamelles, mar-

mites, quarts et bidons ont une autre qualité, celle de supprimer l'étamage, par conséquent d'éviter ces empoisonnements accidentels par le plomb, si bien étudiés par notre confrère M. Armand Gautier.

» De plus, ils présentent un troisième avantage. Comme l'aluminium ne peut pas se souder, tous ces objets de petit équipement sont fabriqués par estampage avec une seule feuille d'aluminium. Or c'est toujours par les soudures que commençait en campagne l'altération des bidons et des marmites.

» Dans une de ses expériences, M. Ditte porte son métal à une température voisine du rouge sombre et peu inférieure au point de fusion de l'aluminium. Puis il le trempe dans l'eau froide, ce qui provoque la formation de déchirures. Le fer étamé, dans les mêmes conditions, ne tarderait pas à être impropre à tout service. L'étamage et la soudure seraient fondus, car leurs points de fusion sont bien inférieurs à celui de l'aluminium; le fer serait mis à nu, et la rouille aurait vite fait de mettre la gamelle hors de service.

» M. Ditte conclut de la façon suivante :

» En résumé, la connaissance des propriétés de l'aluminium et de ses alliages à faible teneur en cuivre permet de se rendre compte des détériorations que subissent, à la température ambiante, en France comme aux colonies, les vases fabriqués avec ces métaux.

» Je ne dois pas citer dans cette Note les résultats obtenus dans les nombreuses expériences que la Commission a organisées dans les compagnies de chasseurs alpins et dans différentes compagnies d'Algérie, qui ont utilisé d'une façon continue ces marmites et ces gamelles en aluminium. Mais M. Ditte me permettra de lui répondre par des expériences personnelles. Je demande pardon à l'Académie de lui citer des expériences d'ordre domestique.

» Depuis trois ans, toute ma cuisine est faite dans des casseroles en aluminium. Ces objets sont chauffés l'été sur le gaz, et l'hiver sur un feu de charbon de terre. Ces casseroles, qui ont passé par les mains de plusieurs domestiques, sont encore en parfait état de conservation, et je puis assurer à M. Ditte qu'elles ne gardent pas, dans leur intérieur, une couche de matières grasses « qui présente des inconvénients sérieux pour l'hygiène et la propreté ». Ces essais ont été répétés du reste par différentes personnes.

» J'ajouterai qu'un grand restaurant de Paris a employé pendant une année de semblables casseroles et qu'il n'a eu qu'à s'en louer.

» Il est certain qu'il se forme à la surface du métal une couche protectrice d'oxyde qui arrête et qui, dans certains cas, limite l'oxydation [1].

» Je sais très bien qu'il ne faut demander à l'aluminium que ce qu'il peut donner. C'est à tort que l'on a parlé de remplacer l'acier ou le laiton par l'aluminium. Certains néophytes trop zélés ont surfait ses propriétés mécaniques ainsi que sa résistance à l'oxydation et, en le baptisant pompeusement du nom de métal de l'avenir, ont été au-devant de nombreuses difficultés. A cet enthousiasme exagéré a succédé un dénigrement systématique. L'aluminium est devenu le métal de la déception. Il n'a mérité « ni cet excès d'honneur, ni cette indignité ».

» Chaque application de l'aluminium demande une étude spéciale longue et délicate; mais, parce que les difficultés se présentent, on ne doit pas d'emblée rejeter les applications possibles. Ce métal possède trois grandes qualités : légèreté, innocuité de son oxyde et facilité de travail par estampage. Je voudrais bien savoir si le fer est entré *de plano* dans nos habitudes. Lorsque ce métal était encore une curiosité, un chimiste de cette époque reculée aurait pu prédire qu'en comparaison du bronze, et à cause de sa facile oxydabilité, le fer n'aurait jamais d'emploi. Le fer, bien que très oxydable, a cependant rendu quelques services à l'humanité.

» Je suis loin de vouloir comparer l'aluminium au fer, mais j'estime que, pour des emplois spéciaux, nous verrons la consommation de l'aluminium augmenter de plus en plus.

» Pour moi, les conclusions du beau Mémoire d'Henri Sainte-Claire Deville, publié en 1855, sont toujours vraies. Ce grand savant a eu nettement la perception des services que ce métal pourrait rendre lorsqu'il serait devenu un métal usuel.

» Sa densité, si faible qu'elle égale à peine celle du verre, lui assure des applications spéciales. Intermédiaire entre les métaux communs et les métaux précieux, par

---

[1] Au contraire, une solution saline qui ne dissout pas l'alumine, le sel marin par exemple, ne peut avoir aucun effet sur l'aluminium, et, dès l'instant que l'enduit protecteur peut se produire, les choses se passent comme si l'aluminium ne pouvait décomposer l'eau dans les conditions de l'expérience; mais, on le voit, si cette décomposition n'a pas lieu, c'est en raison d'une cause purement accidentelle, c'est parce qu'il se forme dans ce cas, comme dans beaucoup d'autres, un enduit plus ou moins imperméable, qui, s'opposant au contact du métal avec les liquides qui l'environnent, ralentit considérablement les réactions et peut même les empêcher tout à fait de se produire (Ditte, *Comptes rendus*, t. CX, p. 784; 1890).

certaines de ses propriétés, il est supérieur aux premiers dans les usages de la vie domestique par l'innocuité absolue de ses combinaisons, etc.

» Et, après avoir établi dans ce Mémoire avec quelle facilité le chlorure double d'aluminium et de sodium s'électrolyse en fournissant ce métal, Deville ajoute cette phrase prophétique :

» On doit désirer que l'aluminium soit tôt ou tard introduit dans l'industrie. Il suffira, sans doute, de modifier fort peu les procédés que j'ai décrits pour les rendre applicables à la production économique de l'aluminium.

» La découverte de Deville n'avait plus qu'à attendre, pour devenir industrielle, la découverte de Gramme.

» Après m'être occupé pendant plusieurs années des applications si diverses que l'aluminium peut donner à l'armée et à l'industrie moderne, je suis resté fidèle aux conclusions d'Henri Sainte-Claire Deville. »

ÉLECTRICITÉ. — *Production de forces électromotrices par le déplacement dans le sein d'un liquide soumis à l'action magnétique de masses de conductivités différentes.* Note de M. R. **Blondlot.**

« Une cuve en verre, ayant la forme d'un parallélépipède rectangle, a une largeur OX égale à $0^m,18$, une épaisseur OY égale à $0^m,12$, et une hauteur OZ égale à $0^m,23$. On a d'abord versé au fond de cette cuve, jusqu'à une hauteur de $0^m,03$ environ, une solution concentrée de sulfate de zinc, puis on a achevé de la remplir avec une solution très diluée du même sel, en empêchant autant que possible le mélange des deux solutions. Dans chacune des deux faces de la cuve, qui sont normales à OX, est percée une ouverture, élevée de $0^m,04$ au-dessus du fond, et dans laquelle est mastiqué un tube de verre recourbé vers le bas et fermé par un diaphragme de papier parchemin : ces deux tubes se remplissent de liquide en même temps que la cuve; chacun d'eux plonge dans un verre où plonge aussi une électrode de zinc amalgamé; les deux verres contiennent une même solution de sulfate de zinc, et les deux électrodes sont reliées aux bornes d'un électromètre capillaire.

» La cuve est installée dans le champ d'un électro-aimant de façon que les lignes de force les traversent suivant les directions OY, c'est-à-dire normalement à son épaisseur; les pièces polaires de l'électro-aimant sont

formées de deux longs plateaux, de sorte que le champ est sensiblement uniforme.

» L'appareil ainsi disposé, les deux électrodes sont au même potentiel, ce qui résulte de la symétrie du système. Maintenant, à l'aide d'une mince lame d'ébonite fixée comme la barre d'un T à un manche de même substance, agitons le contenu de la cuve de manière à mélanger les deux solutions de concentrations différentes, sans que toutefois l'agitation atteigne la surface libre du liquide : aussitôt une déviation de l'électromètre se produit, indiquant qu'une différence de potentiel a pris naissance entre les électrodes; si l'on suspend l'acte du mélange, la déviation disparaît, puis elle reparaît si l'on fait de nouveau fonctionner l'agitateur. La déviation change de sens si l'on renverse le champ magnétiqne, et s'annule en même temps que lui. Le sens de la différence de potentiel est donné par la règle suivante : un personnage étant couché dans la cuve, sur le flanc droit, et le visage tourné vers le pôle austral de l'aimant, l'électrode positive est du côté de sa tête. J'ai vérifié que l'agitation ne produit plus aucune déviation une fois que, le mélange étant achevé, le contenu de la cuve est devenu homogène.

» Faisons maintenant l'analyse du phénomène :

» A l'aide de plans parallèles aux faces de la cuve, divisons l'espace contenu dans celle-ci en parallélépipèdes infiniment petits dx, dy, dz, égaux entre eux. Considérons une section quelconque du liquide par un plan horizontal; soit $dx\,dy$ un élément quelconque de cette section, et soit v la composante verticale estimée de bas en haut de la vitesse du liquide en un point de cet élément. Comme, malgré l'agitation, le liquide occupe toujours la même portion de l'espace, le volume total de liquide qui traverse la section de bas en haut est nul, et l'on a constamment

$$\int\int v\,dx\,dy = 0.$$

Toutefois, $\int v\,dx$ ne sera pas nul en général, mais aura des valeurs positives pour certaines valeurs de y, des valeurs négatives pour d'autres, de telle sorte que la somme $\int dy \int v\,dx$ soit nulle.

» Considérons maintenant une couche de liquide comprise entre deux sections horizontales distantes de dz. Soit $dx\,dy\,dz$ l'un des éléments de volume de cette couche; d'après les lois de l'induction, la composante parallèle à OX du flux d'électricité produit dans cet élément par l'induction seule, indépendamment de toute action électrostatique, est, en désignant

par H l'intensité du champ magnétique estimée suivant OY, égale au quotient de $H\upsilon\, dx$ par la résistance de l'élément.

» Cette résistance est, en désignant par λ la conductivité du liquide, $\frac{dx}{\lambda\, dy\, dz}$, et, par suite, la composante du flux peut s'écrire $H\frac{dz}{dx}\lambda\upsilon\, dx\, dy$. Je vais montrer que la somme des quantités analogues, étendue à tous les éléments de la couche, a le même signe que H. Comme dx et dz sont constants et positifs, il suffit de montrer que l'intégrale $\int\int\lambda\upsilon\, dx\, dy$, étendue à toute la section a une valeur positive; pour cela, remarquons d'abord que, puisque l'agitation a pour résultat de rendre le liquide plus homogène, il s'ensuit que les portions qui montent sont, *en moyenne,* plus concentrées que celles qui descendent, et que, par suite, pour les éléments où υ est positif, λ est, en moyenne, plus grand que pour ceux où υ est négatif.

» Maintenant, pour passer de l'intégrale $\int\int\upsilon\, dx\, dy$ à celle dont nous nous occupons actuellement, il faudra en multiplier les différents éléments par les valeurs correspondantes de λ : les éléments positifs seront ainsi multipliés par des facteurs plus grands, *en moyenne,* que ceux par lesquels seront multipliés les éléments négatifs, et, par suite, le total, qui était nul, deviendra positif.

» Il s'ensuit que la somme qui, étendue au volume total de la cuve, représente le flux total d'électricité produit par l'induction exclusivement, à travers tout le liquide, parallèlement à OX, a une valeur positive si H est positif; en d'autres termes, l'induction tend à produire un déplacement d'électricité positive vers les X positifs, et d'électricité négative dans le sens opposé. Au début de l'agitation du liquide, ces déplacements ont lieu sans obstacle, puis l'accumulation des charges qui en résulte donne naissance à des forces électriques, opposées aux forces électromotrices d'induction, et qui en diminuent les effets dans le sein du liquide. Ces mêmes charges, d'autre part, élèvent le potentiel vers l'une des électrodes et le diminuent vers l'autre. Telle est la cause des déviations observées à l'électromètre.

» Le phénomène obéit à une loi analogue à la loi de Lenz : il est en effet aisé de voir que, si l'on réunit les électrodes par un fil conducteur, le courant qui prend naissance par l'agitation, ayant une densité plus grande dans les portions les plus conductrices du liquide, l'action électromagnétique qui en résulte s'oppose au mélange.

» Le phénomène décrit précédemment doit certainement se produire

dans le sein de la mer et, en particulier, en aval de l'embouchure des fleuves, par le mélange d'eaux de salures différentes dans le champ magnétique terrestre; on peut même penser qu'il acquiert, dans ces conditions, une intensité notable, en raison de l'étendue considérable du milieu qui en est le siège.

» Si, au lieu de mélanger artificiellement les deux liquides, on les laissait se diffuser spontanément l'un dans l'autre dans le champ magnétique, obtiendrait-on encore des forces électromotrices transversales? Cela peut paraître probable, bien que la théorie exposée plus haut ne puisse être appliquée en toute rigueur à ce cas, puisqu'il n'est pas certain que la diffraction soit assimilable à une sorte de limite du mélange. Le phénomène serait probablement trop petit pour être observable. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *De l'action favorisante exercée par le pancréas sur la fermentation alcoolique.* Note de MM. **R. Lépine** et **Martz**, transmise par M. d'Arsonval.

« Nous prenons des ballons renfermant 200^{cc} de liquide minéral de Pasteur, peu sucré, et 1^{gr} de levure de bière. A certains de ces ballons nous ajoutons un poids de pancréas qui est le même dans chaque expérience. Nous laissons la fermentation se faire pendant quelques heures; puis nous dosons, avec la liqueur de Fehling, le sucre restant dans chaque ballon, et, par pesée, l'acide carbonique dégagé par chacun d'eux.

» *Expérience I.* — On enlève à un chien sain un fragment de pancréas du poids de 8^{gr}; on le jette et on le laisse cinq minutes dans l'eau bouillante, pour détruire la trypsine; puis on prend le faisceau de nerfs qui entoure l'artère pancréaticoduodénale, et on le faradise pendant un quart d'heure. On referme le ventre, et, cinq heures plus tard, on extirpe un fragment de même poids de ce pancréas, qu'on jette également dans l'eau bouillante. Les fragments broyés sont introduits dans deux ballons; l'un, N, reçoit le fragment normal; l'autre, E, le fragment excité.

» Durée de la fermentation : quinze heures à 30°C.

	N.	E.
Sucre avant la fermentation	4,40	4,40
Sucre après la fermentation	0,92	0,47
Sucre disparu	3,48	3,93
CO^2 pesé	0,70	1,01
CO^2 dégagé pour 1^{gr} de sucre disparu	0,201	0,257

» Ainsi, dans le ballon E, la destruction du sucre a été plus grande (ce qui est

d'accord avec le fait signalé par l'un de nous, il y a quelques années, que la glycolyse est beaucoup plus forte dans le sang d'un chien dont les nerfs pancréatiques ont été excités quelques heures auparavant). De plus, pour 1gr de sucre disparu, il y a eu davantage d'acide carbonique dégagé.

» *Expérience II.* — Répétition de l'expérience précédente, sauf que chaque morceau de pancréas est de 12gr, et que la durée de la fermentation est de une heure et demie à 35° C.

	N.	E.
Sucre avant la fermentation...........	3,25	3,25
Sucre après la fermentation...........	1,86	1,80
Sucre disparu........................	1,39	1,45
CO^2 pesé..........................	0,19	0,22
CO^2 dégagé pour 1gr de sucre disparu...	0,146	0,157

» Ainsi, mêmes résultats que précédemment, quant au sucre disparu, et quant à CO^2 dégagé par gramme de sucre détruit.

» Nous possédons plusieurs expériences tout à fait semblables, quelques-unes avec des ballons témoins (sans pancréas). Or, dans ces derniers, la perte de sucre et la production de CO^2 sont moindres non seulement que dans les ballons E, mais aussi que dans les ballons N. Il est donc positif que le pancréas normal bouilli, comme toute matière albuminoïde, exerce une action favorable à la fermentation alcoolique, et le pancréas excité, une influence plus grande encore. Nous l'attribuons surtout, sinon exclusivement, aux peptones. En effet, dans les pancréas dont les nerfs ont été excités il y a beaucoup de peptones.

» Si l'on partage un pancréas frais en deux moitiés, qu'on jette la première dans l'eau bouillante et qu'avant de procéder de la même façon avec la seconde on la laisse macérer une demi-heure, *au plus,* dans de l'eau à 40° C., cette seconde moitié renferme beaucoup de peptones et se comporte vis-à-vis de la levure comme si ses nerfs avaient été excités; mais, si la chauffe à 45° C. est un peu prolongée, il y a moins de sucre détruit.

» C'est ce que montre l'expérience suivante faite avec trois ballons renfermant chacun 6gr de pancréas : E contient le fragment simplement bouilli, EC et EC′ ceux qui ont été préalablement chauffés à 45° C., à savoir EC une demi-heure et EC′ pendant deux heures.

» *Expérience III.* — Durée de la fermentation : deux heures à 35° C.

	E.	EC.	EC′.
Sucre avant...........	2,72	2,72	2,72
» après............	2,14	2,04	2,30
» disparu..........	0,58	0,68	0,42
CO^2 pesé..............	0,225	0,305	0,240
CO^2 pour 1gr...........	0,387	0,448	0,571

» Les nerfs du pancréas auquel ont été empruntés les trois fragments avaient été préalablement excités. Comme dans le ballon EC, renfermant le fragment chauffé une demi-heure, la destruction du sucre et la formation d'acide carbonique sont plus fortes qu'en E, on devra conclure qu'un chauffage *modéré* ajoute encore à l'influence favorisante d'un pancréas préalablement excité. Dans le ballon EC', la destruction du sucre est moindre qu'en EC et même qu'en E. Mais, pour 1^{gr} de sucre disparu, la quantité de CO^2 est plus forte.

» Même résultat dans l'expérience suivante, faite avec trois ballons dont un, T, témoin, ne reçoit pas de pancréas; un autre, N, contient un fragment de pancréas normal bouilli, et un autre, NC, un fragment du même pancréas préalablement chauffé une demi-heure à 45° C.

» *Expérience IV.* — Durée de la fermentation : trois heures à 35° C.

	T.	N.	NC.
Sucre avant..........	3,49	3,49	3,49
Sucre après..........	0,96	0,78	0,892
Sucre disparu........	2,53	2,71	2,598
CO^2 pesé............	0,215	0,370	0,435
CO^2 pour 1^{gr} de sucre..	0,085	0,136	0,167

» Ainsi, dans ce cas, le chauffage du pancréas, pendant une demi-heure seulement, a produit une *altération* de l'organe, grâce à laquelle la quantité de CO^2 dégagé par 1^{gr} de sucre a *augmenté,* tandis que la destruction du sucre a été *moindre,* sinon que dans le ballon T, au moins que dans le ballon N.

» Si l'on expérimente avec des pancréas ayant séjourné quelque temps à la température du laboratoire, et, *a fortiori,* avec des pancréas non bouillis, qui s'altèrent profondément pendant la durée de la fermentation, et dont la trypsine attaque la levure, on peut avoir des résultats contradictoires. Il faut donc opérer avec des pancréas frais et bouillis. »

CORRESPONDANCE.

M. **Armand Gautier** présente à l'Académie en son nom et au nom de M. *J. Albahary,* son collaborateur, un Volume ayant pour titre : « Cent vingt exercices de Chimie pratique ».

Ce petit Ouvrage a pour but de former ceux qui ont déjà quelque habitude du laboratoire au métier de chimiste praticien. Il donne, d'après un ordre logique et gradué, cent vingt exercices tous *décrits avec détail d'après*

les textes originaux auxquels il renvoie toujours et assez précis pour que l'élève puisse les exécuter sans maître. Leur choix est tel qu'il permet d'aborder successivement les sujets importants, les plus délicats et les plus actuels de la Chimie minérale, organique et biologique.

En le suivant pas à pas, un bon étudiant peut prendre en une seule année une idée assez complète des principales synthèses de la Chimie, organique ou minérale, des et méthodes qu'elle met en œuvre.

ASTRONOMIE. — *Application du* criterium de Tisserand *aux petites planètes.* Note de M. **Jean Mascart**, présentée par M. Lœwy.

« Les éléments elliptiques d'une comète peuvent éprouver des variations considérables sous l'influence des perturbations d'une grosse planète telle que Jupiter, et, après avoir observé deux comètes à éléments différents, il faut des calculs longs et souvent inutiles avant de reconnaître si l'on est en présence d'une seule et même comète, troublée en réalité par l'action de Jupiter. Il était précieux de pouvoir décider, *a priori,* si deux systèmes d'éléments peuvent ou ne peuvent pas correspondre à un même astre, et c'est ce qu'a recherché Tisserand pour le problème suivant : *Un astre* P, *de masse évanouissante, est troublée par une planète* P' *qui décrit un cercle de rayon a' autour du Soleil.*

» Si l'on désigne par a, p, i le demi grand axe, le paramètre et l'inclinaison de l'orbite troublée par rapport au plan de l'orbite planétaire, Jupiter par exemple, et que l'on fasse application de l'intégrale de Jacobi, on trouve, avant et après l'entrée de l'astre dans la sphère d'activité,

$$\frac{1}{a} + \frac{2\sqrt{p}\cos i}{a'^{\frac{3}{2}}} = \alpha = \text{const.}$$

» Tel est le beau criterium de Tisserand ([1]), sous forme de condition nécessaire d'identité, origine des remarquables travaux sur la capture des comètes dans le système solaire. On peut en étendre encore la portée en supposant que l'orbite de Jupiter n'est pas circulaire, mais qu'elle se rapproche d'un cercle au moment des grandes perturbations, soit que la planète se trouve vers son aphélie ou vers son périhélie; on peut aussi, avec M. Callandreau ([2]), tenir compte de l'excentricité de Jupiter. Enfin,

([1]) *Bulletin astronomique,* t. VI, p. 289.
([2]) *Annales de l'Observatoire,* Mém., t. XX.

dans cet ordre d'idées, les travaux de M. Schulhof [1] font autorité : l'auteur a montré qu'il y avait, dans le cas des perturbations, trois relations entre les anciens éléments et les nouveaux, dont deux approximatives seulement, tandis que la troisième est presque rigoureusement exacte et résulte du criterium de Tisserand.

» Les planètes, à proprement parler, n'entrent pas dans la sphère d'activité de Jupiter, et la constante de Tisserand n'a pas, pour elles, d'existence physique aussi capitale; néanmoins, si les liens entre les comètes et Jupiter sont généralement acceptés, il ne paraît pas douteux également que cette planète influe sur la distribution des astéroïdes et l'on a, dans ce cas, l'avantage de pouvoir entièrement négliger l'excentricité de Jupiter dont les perturbations se sont présentées, successivement, pour toutes les positions sur l'orbite.

» Après avoir rapporté 417 petites planètes au plan de Jupiter, pour 1850,0, nous avons donc pensé qu'il pouvait être utile de calculer les valeurs correspondantes de la constante α; on trouve ainsi des valeurs comprises entre 0,567 et 0,708 tandis que, pour les comètes, on obtient l'intervalle 0,475 à 0,580. Lorsque, jusqu'ici, pour deux comètes différentes, on trouvait des valeurs de α concordantes au millième, on était tenté de conclure à leur identité; pour les planètes, nous sommes en présence de coïncidences bien plus singulières encore, à six décimales communes. Nous en signalons plus loin quelques-unes d'intéressantes, et nous ferons remarquer à cette occasion que la coïncidence est encore plus parfaite que celle trouvée pour les demi grands axes [2].

	a.
(2)	2,767972
(215)	2,767948

» On peut également observer quelques groupements singuliers, en ce qui concerne la différence des longitudes $\varpi - \Omega$; les distances périhélies des astéroïdes paraissent tout d'abord arbitraires tandis que les distances aphélies, comprises entre 2, 3 et 4, 8, se concentrent fortement vers 3, 3. Nous aurons l'occasion de revenir, pour les planètes, sur le rôle des aphélies, les coïncidences et les propriétés entre les quantités α, $\varpi - \Omega$, les points de proximité maxima des orbites et nous dirons seulement que, si l'on range les planètes par α croissants, il y a distribution très nette des grands axes et des distances aphélies, tandis que les autres éléments paraissent éprouver une influence secondaire.

» La plus grande distance aphélie, 4,772, rapproche beaucoup la planète (361) de

(1) *Bulletin astronomique*, t. VIII, p. 147, 191, 225.
(2) *Ann. de l'Observatoire*, Mém., t. XXIII.

l'orbite de Jupiter, tandis qu'à l'autre bord de l'anneau c'est l'influence de Mars qui peut devenir prépondérante; plusieurs planètes, en effet, s'approchent du Soleil plus que Mars (sans compter celles dont les orbites sont entièrement intérieures), principalement (323) Brucia, découverte par M. Max Wolf, et dont la distance périhélie est 1,564, tandis que la distance aphélie de Mars est égale à 1,666.

» Dans les coïncidences que nous mentionnons ici, A et B figurent respectivement les distances aphélies et périhélies [1].

	a.	*e*.	A.	B.	*i*.	α.	☊.	ϖ.	ϖ − ☊.
(372).	3,144	0,271	3,997	2,291	24.35	0,579564	»	»	»
(153).	3,954	0,164	4,603	3,305	8.45	0,579567	»	»	»
(87).	3,483	0,092	3,804	3,162	9.44	0,595704	»	»	261°
(276).	3,118	0,063	3,315	2,921	22.10	0,595707	»	»	267
(250).	3,152	0,130	3,563	2,742	12.35	0,606706	»	»	»
(294).	3,133	0,250	3,917	2,348	5.16	0,606710	»	»	»
(411).	2,894	0,235	3,575	2,213	18. 9	0,610245	»	»	»
(252).	3,155	0,084	3,419	2,891	10.25	0,610254	»	»	»
(90).	3,148	0,164	3,665	2,630	1.16	0,612487	»	»	»
(316).	3,175	0,131	3,593	2,758	1.17	0,612489	»	»	»
(171).	3,144	0,115	3,506	2,782	1.15	0,614750	»	»	»
(303).	3,123	0,066	3,329	2,917	7.32	0,614758	»	»	»
(360).	3,003	0,169	3,510	2,496	10.35	0,615886	125	45	»
(52).	3,095	0,110	3,436	2,755	6.21	0,615890	123	94	»
(48).	3,115	0,061	3,305	2,924	6.32	0,615937	»	»	»
(393).	2,773	0,329	3,686	1,860	15.29	0,615938	»	»	»
(241).	3,053	0,100	3,358	2,748	6.49	0,618409	261	329	»
(156).	3,013	0,103	3,323	2,704	9.57	0.618413	135	319	»
(221).	2,806	0,218	3,417	2,195	12.7	0,625722	»	»	200
(191).	2,897	0,088	3,151	2,643	10.54	0,625723	»	»	218
(81).	2,854	0,210	3,453	2,255	8.11	0,625879	»	»	»
(416).	3,038	0,264	3,839	2,237	8.36	0,625879	»	»	»
(417).	2,803	0,129	3,166	2,440	6.53	0,634444	»	»	»
(295).	2,799	0,169	3,271	2,327	3.59	0,634446	»	»	»
(82).	2,762	0,223	3,377	2,147	2.45	0,634726	»	»	»
(167).	2,853	0,034	2,950	2,756	2.4	0,634731	»	»	»

[1] Nous ne donnons, pour simplifier, que trois décimales des nombres calculés, tous, à six décimales.

	a.	e.	A.	B.	i.	α.	☊.	ϖ.	ϖ — ☊.
(351).	2,766	0,155	3,195	2,338	7°.52	0,635736	»	»	»
(39).	2,768	0,114	3,084	2,452	9.44	0,635745	»	»	»
(275).	2,770	0,164	3,224	2,316	3.45	0,637079	»	»	20°
(55).	2,760	0,143	3,155	2,366	7.19	0,637081	»	»	10
(45).	2,721	0,081	2,941	2,500	5.48	0,643148	»	»	»
(123).	2,695	0,123	3,027	2,363	7.35	0,643154	»	»	»
(292).	2,530	0,031	2,609	2,451	16.10	0,655012	»	»	»
(32).	2,587	0,083	2,797	2,377	6.16	0,655013	»	»	»
(138).	2,449	0,162	2,847	2,052	2.28	0,668250	»	299°	»
(135).	2,430	0,204	2,925	1,935	3. 6	0,668256	»	307	»
(30).	2,367	0,127	2,666	2,067	3.18	0,679217	»	»	»
(169).	2,358	0,131	2,667	2,048	5.59	0,679218	»	»	»
(281).	2,186	0,132	2,475	1,867	4.59	0,701506	»	»	»
(270).	2,198	0,150	2,527	1,868	3.36	0,701507	»	»	»

» En outre, ce criterium pourra être appliqué pour d'autres distances que celle de Jupiter au Soleil; les coïncidences correspondantes seraient plus ou moins nombreuses que celles que nous venons d'indiquer à moins d'une unité du cinquième ordre et l'on pourrait espérer, ainsi, avoir des renseignements sur la constitution primitive de cet anneau si varié. Existait-il, par exemple, dès l'origine, des groupements assez importants qui, comme les étoiles filantes, se sont lentement disséminés dans toute la couronne? Telle est l'importante question que nous nous efforcerons désormais d'élucider. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une équation différentielle linéaire du second ordre.* Note de M. **A. Liapounoff**, présentée par M. E. Picard.

« Considérons l'équation

$$\frac{d^2y}{dx^2} + \mu p(x) y = 0, \tag{1}$$

$p(x)$ désignant une fonction donnée d'une variable réelle x, continue et périodique à période ω, et μ un paramètre arbitraire dont la fonction $p(x)$ ne dépend point.

» Soit A la constante caractéristique de cette équation, c'est-à-dire la constante donnée par la formule

$$A = \tfrac{1}{2}[f(\omega) + \varphi'(\omega)],$$

$f(x)$ et $\varphi(x)$ étant les solutions de l'équation (1) définies par les conditions

initiales suivantes :

$$f(0)=1, \quad f'(0)=0; \quad \varphi(0)=0, \quad \varphi'(0)=1.$$

» On sait que c'est de la nature de la constante A que dépend principalement le caractère des solutions de l'équation (1) dont l'intégrale générale, si l'on pose

$$\rho = A + \sqrt{A^2-1},$$

peut se présenter (du moins si A^2-1 n'est pas nul) sous la forme

$$y = C_1 F_1(x)\rho^{\frac{x}{\omega}} + C_2 F_2(x)\rho^{-\frac{x}{\omega}},$$

où $F_1(x)$, $F_2(x)$ désignent des fonctions périodiques de x à période ω et C_1, C_2 des constantes arbitraires.

» Pour l'équation considérée, A dépendra de μ et en sera, évidemment, une fonction entière. Dans une Note antérieure (*Comptes rendus*, t. CXXIII, 28 décembre 1896), j'ai publié quelques résultats relatifs à la série

$$A = 1 - A_1\mu + A_2\mu^2 - A_3\mu^3 + \ldots$$

qui représente cette fonction. Maintenant j'ai l'intention de communiquer certaines propositions concernant les racines de l'équation

$$A^2 - 1 = 0 \tag{2}$$

et relatives au cas où $p(x)$ est une fonction réelle ne changeant jamais de signe. Pour fixer les idées, je supposerai $p(x) \geqq 0$.

» L'équation (2) admet une racine évidente $\mu = 0$, et cette racine est simple, puisque A_1, qui est donné par la formule

$$A_1 = \frac{\omega}{2}\int_0^\omega p(x)\,dx,$$

n'est pas nul. D'autre part, on s'assure aisément que, dans la supposition adoptée, cette équation ne peut admettre ni de racines imaginaires, ni de racines négatives. Il ne reste donc à considérer que des valeurs positives de μ, et j'ai reconnu que, parmi ces valeurs, il se trouve une infinité de racines qui, d'ailleurs, ne peuvent être que simples ou doubles.

» Ce résultat peut se rattacher à une proposition, due à M. Picard (*Traité d'Analyse*, t. III, p. 121), que l'on peut énoncer comme il suit :

» Quelle que soit la fonction réelle et continue $p(x)$ ne devenant jamais négative, et quels que soient les nombres réels a et b, entre lesquels cette

fonction n'est pas constamment nulle, il existe une suite indéfinie de nombres positifs

$$\mu_1, \quad \mu_2, \quad \mu_3, \quad \ldots,$$

tels que, pour $\mu = \mu_i$, toute solution de l'équation (1), s'annulant pour $x = a$, s'annulera pour $x = b$ et encore pour $i - 1$ (et *seulement* pour $i - 1$) valeurs différentes de x, intermédiaires entre a et b [1].

» Il est à remarquer qu'on a toujours $\mu_i < \mu_{i+1}$ et que μ_i croît indéfiniment avec i.

» En appliquant cette importante proposition au cas où $p(x)$ est une fonction périodique à période ω et en supposant $b = a + \omega$, on parvient aux conclusions suivantes :

» Tous les μ_i sont des fonctions continues et périodiques de a à période ω. Ces fonctions peuvent parfois se réduire à des constantes (comme cela arrive toujours, si $p(x)$ est une constante). *Si cette circonstance se présente pour une valeur quelconque de i, le nombre correspondant μ_i sera une racine de l'équation* (2), *et cette racine sera double*. Si, au contraire, μ_i dépend de a, ce sera une fonction dont tous les minima seront égaux entre eux et dont tous les maxima seront dans le même cas. Alors, μ'_i étant la valeur commune des minima et μ''_i celle des maxima, *les nombres μ'_i et μ''_i seront encore des racines de l'équation* (2), *et ces racines seront simples*.

» Donc, si dans le cas de $\mu_i =$ const. on se sert encore des notations μ'_i, μ''_i (de sorte qu'on aura alors $\mu''_i = \mu'_i$), tous les termes de la suite

$$(3) \qquad 0, \mu'_1, \mu''_1, \mu'_2, \mu''_2, \mu'_3, \mu''_3, \ldots$$

seront des racines de l'équation (2), les racines doubles étant répétées deux fois. J'ajouterai que *cette suite comprend toutes les racines de l'équation* (2) et que ces racines y sont rangées dans l'ordre croissant, puisqu'on peut démontrer que l'on a toujours $\mu''_i < \mu'_{i+1}$. D'ailleurs, *les termes μ'_i, μ''_i à indice i impair sont des racines de l'équation*

$$A + 1 = 0,$$

et ceux à indice pair, des racines de l'équation

$$A - 1 = 0.$$

» Les nombres de la suite (3) étant exclus, on peut affirmer que, si μ

[1] En parlant des solutions de l'équation (1), nous supposons toujours que la solution évidente $y = 0$ est exclue.

se trouve dans l'un des intervalles (μ'_i, μ''_i), on aura $A^2 > 1$, et, par suite, toutes les solutions de l'équation (1) seront des fonctions illimitées de x. Si, au contraire, μ se trouve dans l'intervalle $(0, \mu'_1)$ ou bien dans l'un de ceux (μ''_i, μ'_{i+1}), on aura $A^2 < 1$, et les solutions de l'équation (1) seront toutes limitées.

» Enfin, si l'on a $\mu = \mu'_i$ ou $\mu = \mu''_i$, il existera, dans le cas de $\mu''_i > \mu'_i$, deux solutions indépendantes $\theta_1(x)$ et $\theta_2(x)$, vérifiant les équations

$$\theta_1(x+\omega) = (-1)^i\theta_1(x),$$
$$\theta_2(x+\omega) = (-1)^i\theta_2(x) + \theta_1(x),$$

et dans le cas de $\mu''_i = \mu'_i$, il n'y aura que des solutions satisfaisant à l'équation

$$\theta(x+\omega) = (-1)^i\theta(x).$$

» Donc, dans le premier cas, l'équation (1) admettra des solutions limitées aussi bien que celles illimitées, et dans le second, elle n'admettra que des solutions limitées qui seront des fonctions périodiques de x à période 2ω. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Interprétation nouvelle de la condition requise pour qu'une intégrale double, prise sur une plaque de surface, ne dépende que du bord de celle-ci.* Note de M. **Ch. Méray**, présentée par M. Darboux.

« Dans un Mémoire intitulé : *Sur la théorie des intervalles binaires et des intégrales doubles,* qui est sous presse en ce moment pour être publié prochainement par les *Annales scientifiques de l'École Normale supérieure,* se trouve introduite une notion, auparavant inaperçue, qui me paraît éclaircir singulièrement la théorie des intégrales multiples. Pour une intégrale double

$$(1) \qquad \iint f(x,y)\,dx\,dy,$$

c'est celle de l'*intégrale indéfinie binaire* de la fonction $f(x,y)$, à deux variables, en nommant ainsi la *paire de fonctions* qui a $f(x,y)$ pour déterminant différentiel. Par ses propriétés générales, cette paire de fonctions offre l'analogie la plus frappante et la plus intéressante avec l'intégrale indéfinie vulgaire $\int f(x)\,dx$ de la fonction $f(x)$ à une seule variable indépendante : elle est (à certains égards) *croissante* ou *décroissante* selon que

sa *dérivée binaire* $f(x,y)$ est positive ou négative; quand on l'a une fois obtenue, ce dont j'indique les moyens, il suffit encore, pour calculer la valeur de l'intégrale définie (1), de *prendre* simplement *cette paire entre les limites données*, opération dont le manuel dérive de certaines règles spéciales, etc.

» Je montrerai bientôt que les considérations de ce genre s'étendent d'elles-mêmes au cas où les fonctions en jeu dépendent de plus de deux variables; dès à présent, toutefois, il m'est facile d'en faire connaître brièvement l'application, selon moi très intéressante, qui sert de titre à cette Note.

» En appelant u, v une paire quelconque de fonctions de deux variables indépendantes p, q, et posant généralement

$$\begin{vmatrix} \frac{du}{dp} & \frac{du}{dq} \\ \frac{dv}{dp} & \frac{dv}{dq} \end{vmatrix} = \begin{pmatrix} u & v \\ p & q \end{pmatrix},$$

en considérant trois fonctions de p, q, savoir

$$(2) \qquad x = \varphi(p,q), \qquad y = \chi(p,q), \qquad z = \psi(p,q),$$

toutes indéterminées sous la seule condition que le point *ternaire* (x, y, z) soit toujours déplacé sur un contour fixe $(\mathfrak{S})$ par le mouvement du point *binaire* (p, q) sur l'enceinte d'un intervalle *binaire franc*, $(\mathfrak{J})$, invariable aussi, l'expression

$$(3) \quad \iint_{(\mathfrak{J})} \left[\mathrm{A}(x,y,z)\begin{pmatrix} y & z \\ p & q \end{pmatrix} + \mathrm{B}(x,y,z)\begin{pmatrix} z & x \\ q & q \end{pmatrix} + \mathrm{C}(x,y,z)\begin{pmatrix} x & y \\ p & q \end{pmatrix}\right] dp\, dq$$

construite avec les fonctions composées $\mathrm{A}(x,y,z), \ldots$ dont les composantes A, B, C sont données, expression qui, en posant généralement

$$\begin{pmatrix} u & v \\ p & q \end{pmatrix} dp\, dq = \partial(u, v),$$

pourrait encore être notée par

$$(4) \qquad \iint_{(\mathfrak{J})} [\mathrm{A}\,\partial(y,z) + \mathrm{B}\,\partial(z,x) + \mathrm{C}\,\partial(x,y)],$$

est l'intégrale double de la *différentielle binaire totale* écrite ci-dessus (4) entre crochets, prise sur la *plaque* de la surface représentée par les équations (2) qui a le contour $(\mathfrak{S})$ pour *bord;* et, pour que la valeur de cette intégrale dépende, non de la forme de cette plaque, mais seulement de la

nature de son bord, on sait (*Cf.* E. Picard, *Traité d'Analyse*, t. I, p. 110 et suiv.) qu'il est nécessaire et suffisant d'avoir entre les composantes A, B, C, et cela quelles que soient x, y, z considérées en ceci comme trois variables indépendantes, la relation

$$\frac{dA}{dx} + \frac{dB}{dy} + \frac{dC}{dz} = 0. \tag{5}$$

» Dans l'occasion prochaine à laquelle je faisais allusion tout à l'heure, je donnerai, de cette identité, une démonstration nouvelle, reproduisant tout à fait par son tour et par son caractère quasi-intuitif celle de l'identité analogue $\frac{dX}{dy} - \frac{dY}{dx} = 0$ que l'on rencontre dans la théorie de l'intégrale simple $\int (X\,dx + Y\,dy)$, prise sur un arc de courbe. Pour le moment, je veux montrer seulement qu'elle constitue, comme cette dernière, une *condition d'intégrabilité* exprimant que la différentielle binaire totale, incluse entre crochets dans l'expression (4), est *exacte*, c'est-à-dire, en termes plus précis, qu'il existe quelque paire (u, v) de composantes à trois places donnant une paire de fonctions composées $[u(x, y, z), v(x, y, z)]$ dont le déterminant différentiel par rapport au couple (p, q) reproduise, quelles que soient les fonctions simples (2), la fonction composée différentielle figurant entre crochets dans l'intégrale (3), ou bien encore, car cela revient évidemment au même, qu'*il existe quelque paire*

$$[u(x, y, z), v(x, y, z)]$$

de fonctions de x, y, z *(considérées maintenant comme trois variables indépendantes) dont les déterminants différentiels, pris par rapport aux couples* $(y, z), (z, x), (x, y)$ *respectivement, soient précisément les fonctions* A, B, C.

» La recherche de fonctions telles que u, v revient effectivement à l'intégration des équations différentielles simultanées, de formes spéciales,

$$\begin{pmatrix} u & v \\ y & z \end{pmatrix} = A, \qquad \begin{pmatrix} u & v \\ z & x \end{pmatrix} = B, \qquad \begin{pmatrix} u & v \\ x & y \end{pmatrix} = C, \tag{6}$$

qui conduisent immédiatement aux équations linéaires et homogènes aux dérivées partielles

$$A\frac{du}{dx} + B\frac{du}{dy} + C\frac{du}{dz} = 0, \qquad A\frac{dv}{dx} + B\frac{dv}{dy} + C\frac{dv}{dz} = 0, \tag{7}$$

puis, par la méthode de Jacobi, aux formules

$$u = \Upsilon(\mu, \nu), \qquad v = \Phi(\mu, \nu), \tag{8}$$

où $\mu(x, y, z)$, $\nu(x, y, z)$ sont deux fonctions déterminées de x, y, z, et Υ, Φ deux composantes encore indéterminées. La substitution de ces expressions (8) dans les équations proposées (6) change celles-ci en

$$(9)\qquad \Theta\begin{pmatrix}\mu & \nu\\ y & z\end{pmatrix} = \mathrm{A},\qquad \Theta\begin{pmatrix}\mu & \nu\\ z & x\end{pmatrix} = \mathrm{B},\qquad \Theta\begin{pmatrix}\mu & \nu\\ x & y\end{pmatrix} = \mathrm{C},$$

si, pour abréger, on a posé

$$(10)\qquad \Theta(\mu, \nu) = \begin{pmatrix}\Upsilon & \Phi\\ \mu & \nu\end{pmatrix} = \begin{vmatrix}\Upsilon^{(1,0)}(\mu, \nu) & \Upsilon^{(0,1)}(\mu, \nu)\\ \Phi^{(1,0)}(\mu, \nu) & \Phi^{(0,1)}(\mu, \nu)\end{vmatrix};$$

et une même fonction Θ de x, y, z sera certainement fournie par la résolution de ces trois nouvelles équations (9), parce que $\mu(x, y, z)$, $\nu(x, y, z)$, intégrales particulières évidentes des équations (7), ont leurs trois déterminants différentiels forcément proportionnels à A, B, C.

» En ajoutant maintenant, membre à membre, les équations (9) différentiées préalablement par rapport à x, y, z respectivement, il vient facilement

$$\begin{vmatrix}\frac{d\Theta}{dx} & \frac{d\Theta}{dy} & \frac{d\Theta}{dz}\\ \frac{d\mu}{dx} & \frac{d\mu}{dy} & \frac{d\mu}{dz}\\ \frac{d\nu}{dx} & \frac{d\nu}{dy} & \frac{d\nu}{dz}\end{vmatrix} = \frac{d\mathrm{A}}{dx} + \frac{d\mathrm{B}}{dy} + \frac{d\mathrm{C}}{dz},$$

parce que le multiplicateur de Θ s'y réduit, en fait, à o identiquement.

» Pour que les fonctions (8) puissent satisfaire aux équations proposées (6), l'identité (5) est donc nécessaire, parce que, d'après la formule de définition (10), Θ est une fonction composée finie des fonctions simples $\mu(x, y, z)$, $\nu(x, y, z)$. De plus, elle est suffisante, car, si elle a lieu, la relation précédente, se réduisant alors à

$$\begin{vmatrix}\frac{d\Theta}{dx} & \frac{d\Theta}{dy} & \frac{d\Theta}{dz}\\ \frac{d\mu}{dx} & \frac{d\mu}{dy} & \frac{d\mu}{dz}\\ \frac{d\nu}{dx} & \frac{d\nu}{dy} & \frac{d\nu}{dz}\end{vmatrix} = 0,$$

montre que Θ, tirée de (9) en x, y, z, est bien une certaine fonction composée de $\mu(x, y, z)$, $\nu(x, y, z)$, dont l'intégration binaire de la composante, exécutée par les moyens indiqués dans le Mémoire mentionné au

commencement de cette Note, conduise immédiatement aux composantes Υ, Φ des formules (8). »

GÉOMÉTRIE. — *Sur l'homographie de la théorie des poutres.* Note de M. **Andrade**.

« I. Considérons un système de segments $l_1, l_2, \ldots, l_i, l_{i+1}, \ldots, l_n$, portés bout à bout et formant les travées successives d'une poutre à $n+1$ points d'appuis; puis, pour chaque segment ou travée l_{i+1}, une fonction *positive* φ_i, variant avec la position d'un point mobile M générateur de ce segment. Dans les poutres $\varphi_i = \frac{1}{EI}$ représente l'inverse du produit du coefficient d'élasticité E par le moment d'inertie I d'une section de la poutre passant en M. Sous le signe $\int_0^{l_i}$ désignons par x la distance du point M à l'origine du segment l_i. Sous le signe $\int_0^{l_{i+1}}$ désignons encore par x la distance du point générateur de l_{i+1} à l'origine de ce segment.

» Considérons, d'autre part, sur l_i un point $x = u_i$ et sur l_{i+1}, un point $x = u_{i+1}$. M. Maurice Lévy, dans sa *Statique graphique*, appelle *points correspondants* consécutifs deux points entre lesquels existe la relation

$$(1)\quad \begin{cases} v_i = l_i - u_i, \\ \dfrac{1}{v_i l_i}\displaystyle\int_0^{l_i} x(l_i - x)\,\varphi_i\,dx + \dfrac{1}{u_{i+1} l_{i+1}}\displaystyle\int_0^{l_{i+1}} (l_{i+1} - x)\,x\,\varphi_{i+1}\,dx \\ \qquad = \dfrac{1}{l_i}\displaystyle\int_0^{l_i} x\,\varphi_i\,dx + \dfrac{1}{l_{i+1}}\displaystyle\int_0^{l_{i+1}} (l_{i+1} - x)\,\varphi_{i+1}\,dx. \end{cases}$$

» Je me propose d'indiquer pour le cas des φ_i quelconques, c'est-à-dire pour des poutres de sections variables, les propriétés similaires de celles démontrées par M. Maurice Lévy dans sa *Statique graphique* pour le cas particulier de $\varphi_i = \text{const.}$ se rapportant à des poutres de sections constantes.

» II. Je définis d'abord les *zones utilisables* de deux segments consécutifs relatives au sens indiqué pour le parcours de la suite des segments.

» Ces zones sont telles que v_i et u_{i+1} étant liés par l'homographie (1), les inégalités simultanées

$$l_i > v_i > v_i^0 > 0$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$0 < u_{i+1}^0 < u_{i+1} > l_{i+1}$$

s'entraînent mutuellement avec correspondance de leurs éléments situés sur une même verticale ; un calcul facile donne alors

$$(2)\quad \begin{cases} v_i^0 = \dfrac{\dfrac{1}{l_i}\displaystyle\int_0^{l_i}(l_i - x)\,x\,\varphi_i(x)\,dx}{\dfrac{1}{l_i}\displaystyle\int_0^{l_i}x\,\varphi_i(x)\,dx + \dfrac{1}{l_{i+1}}\displaystyle\int_0^{l_{i+1}}(l_{i+1} - x)\,\varphi_{i+1}(x)\,dx - \dfrac{1}{l_{i+1}^2}\displaystyle\int_0^{l_{i+1}}(l_{i+1} - x)\,x\,\varphi_{i+1}(x)\,dx}, \\[2ex] u_{i+1}^0 = \dfrac{\dfrac{1}{l_{i+1}}\displaystyle\int_0^{l_{i+1}}(l_{i+1} - x)\,x\,\varphi_{i+1}(x)\,dx}{\dfrac{1}{l_i}\displaystyle\int_0^{l_i}x\,\varphi_i(x)\,dx + \dfrac{1}{l_{i+1}}\displaystyle\int_0^{l_{i+1}}(l_{i+1} - x)\,\varphi_{i+1}(x)\,dx - \dfrac{1}{l_i^2}\displaystyle\int_0^{l_i}x\,(l_i - x)\,\varphi_i(x)\,dx}. \end{cases}$$

» III. Je considère ensuite sur un segment l_i trois zones dont l'une est une zone moyenne et dont les deux autres, concentrées aux extrémités du segment et dénommées *zones d'accès*, sont ainsi définies :

» La *zone d'accès* qui s'appuie sur l'*origine* du segment est définie par la relation

$$v_i \geqq \frac{\displaystyle\int_0^{l_i}(l_i - x)^2\,\varphi_i(x)\,dx}{\displaystyle\int_0^{l_i}(l_i - x)\,\varphi_i(x)\,dx},$$

la *zone d'accès* qui s'appuie sur l'*extrémité* du segment est définie par la relation

$$u_i' \geqq \frac{\displaystyle\int_0^{l_i}x^2\,\varphi_i(x)\,dx}{\displaystyle\int_0^{l_i}x\,\varphi_i(x)\,dx};$$

pour que ces zones d'accès comprennent une zone moyenne, il faut et il suffit que la somme des limites de v_i et de u_i' surpasse l_i, c'est-à-dire que

$$(3)\quad \begin{cases} \left[\displaystyle\int_0^{l_i}x^2\,\varphi_i(x)\,dx\right]\left[\displaystyle\int_0^{l_i}(l_i - x)\,\varphi_i(x)\,dx\right] \\ \quad - \left[\displaystyle\int_0^{l_i}x\,\varphi_i(x)\,dx\right]\left[\displaystyle\int_0^{l_i}x\,(l_i - x)\,\varphi_i(x)\,dx\right] > 0; \end{cases}$$

or cette dernière inégalité devient évidente si l'on observe que son premier membre peut s'écrire sous la forme de l'intégrale double suivante :

$$\frac{l_i}{2}\int_0^{l_i}\int_0^{l_i}(x - t)^2\,\varphi_i(t)\,\varphi_i(x)\,dx\,dt.$$

» IV. La première des formules (2) montre que l'inégalité $v_i > v_i^0$ sera *a fortiori* satisfaite si l'on pose

$$v_i > \frac{\int_0^{l_i} (l_i - x)\, x\, \varphi_i(x)\, dx}{\int_0^{l_i} x\, \varphi_i(x)\, dx};$$

or je dis que cette dernière inégalité sera satisfaite si le point considéré appartient à la zone d'accès qui s'appuie sur l'origine du segment; ceci revient à dire que l'on a

$$(4) \qquad \frac{\int_0^{l_i} (l_i - x)^2 \varphi_i(x)\, dx}{\int_0^{l_i} (l_i - x)\, \varphi_i(x)\, dx} > \frac{\int_0^{l_i} (l_i - x) x\, \varphi_i(x)\, dx}{\int_0^{l_i} x\, \varphi_i(x)\, dx};$$

or cette inégalité se ramène à l'inégalité (3) en posant

$$l_i - x = x',$$
$$\varphi(l_i - x) = \psi(x');$$

la première zone d'accès est donc dans la zone utilisable correspondante.

» V. Montrons enfin que l'inégalité $v_i \geqq \dfrac{\int_0^{l_i} (l_i - x)^2 \varphi_i(x)\, dx}{\int_0^{l_i} (l_i - x)\, \varphi_i(x)\, dx}$ entraîne cette autre

$$(5) \qquad v_{i+1} > \frac{\int_0^{l_{i+1}} (l_{i+1} - x)^2 \varphi_{i+1}(x)\, dx}{\int_0^{l_{i+1}} (l_{i+1} - x)\, \varphi_{i+1}(x)\, dx};$$

or, en désignant par P la quantité

$$P = \frac{1}{l_i} \int_0^{l_i} x\, \varphi_i(x)\, dx - \frac{1}{l_i} \frac{\int_0^{l_i} (l_i - x)\, x\, \varphi_i(x)\, dx \int_0^{l_i} (l_i - x)\, \varphi_i(x)\, dx}{\int_0^{l_i} (l_i - x)^2 \varphi_i(x)\, dx},$$

nous avons

$$v_{i+1} \geqq \frac{l_{i+1} P + \dfrac{1}{l_{i+1}} \int_0^{l_{i+1}} (l_{i+1} - x)^2 \varphi_{i+1}(x)\, dx}{P + \dfrac{1}{l_{i+1}} \int_0^{l_{i+1}} (l_{i+1} - x)\, \varphi_{i+1}(x)\, dx}.$$

P étant positif en vertu de (4), φ_{i+1} sera compris entre l_{i+1} et la quantité moindre $\dfrac{\displaystyle\int_0^{l_{i+1}} (l_{i+1}-x)^2 \varphi_{i+1}(x)\,dx}{\displaystyle\int_0^{l_{i+1}} (l_{i+1}-x)\,\varphi_{i+1}(x)\,dx}$; l'inégalité (5) est donc démontrée.

» En d'autres termes :

» Le correspondant d'un point appartenant à la première zone d'accès de l_i reste donc dans la première zone d'accès de l_{i+1}. C'est ce que nous voulions établir. »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les surfaces à lignes de courbure planes ou sphériques*. Note de M. **Émile Waelsch**, présentée par M. Darboux.

« Du centre de courbure principale c de la normale d'une surface F on peut dériver, d'après M. Darboux [1], les points $c_1, c_2, \ldots$ de sorte que la droite cc_1 est la caractéristique du plan normal de la ligne de courbure k de F. On démontre : Si F est une surface P respectivement S, pour lesquelles les k sont planes respectivement sphériques, *le lieu de c_1 est une courbe qui pour* P *tombe dans l'infini* [2].

» Si $e^2\,du^2 + g^2\,dv^2$ est l'élément de la représentation sphérique Φ de F, en paramètres de lignes de courbure, les coordonnées d'un point de Φ satisfont à l'équation de Laplace

$$(1)\qquad X_{uv} - \beta X_u - \beta_1 X_v = 0, \qquad \text{où} \qquad \beta = (le)_v, \qquad \beta_1 = (lg)_u.$$

» La demi-distance ρ des deux points c_1, c satisfait, d'après M. Guichard, à l'équation (2), adjointe de (1).

» On trouve en s'appuyant sur un théorème de M. E. Cosserat [3] :

» 1° Si l'invariant $h = \beta\beta_1 - \beta_u$ de (1) s'annule, F *est* P.

» 2° Si l'invariant $h_1 = 2h - h_{-1} - (2h)_{uv}$, s'annule le point c_1 décrit une courbe et F *est* S, si spécialement $\rho = g^{-1}\int h\,du$; si ρ est une intégrale

---

(1) Voir *Leçons sur la théorie générales des surfaces*, t. II, livre IV.

(2) Il suit que la développée (c) de S respectivement P est l'enveloppe de cônes ou de cylindres, pour lesquels les caractéristiques sont géodésiques; de là on peut démontrer que le problème des S dépend de quatre et celui des P de trois fonctions arbitraires de la *même* variable.

(3) Voir *Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse*, t. IV, p. 18.

générale de (2), F *est une surface* γ, qui est définie par la propriété que ses points c_2 tombent dans l'infini, et qui a la même représentation sphérique que S.

» Pour déterminer la représentation sphérique Σ des S et γ, et Π de P, posons

$$(\xi - \eta)X = 1 + \xi\eta, \qquad (\xi - \eta)Y = i(1 - \xi\eta), \qquad (\xi - \eta)Z = \xi + \eta.$$

» Les seconds membres satisfont à une équation de Laplace, qui a les mêmes invariants que (1) et à laquelle satisfait aussi $\xi - \eta$; par suite, elle a les intégrales $1, \xi, \eta, \xi\eta$.

» 1° Si $h = 0$, cette intégrale a la forme $\sigma\theta$, où $\theta = U + \int V\alpha\, dv$. Donc on pose

$$(2) \qquad \xi = \frac{\theta_1}{\theta_0}, \qquad \eta = \frac{\theta_2}{\theta_0}, \qquad \xi\eta = \frac{\theta_3}{\theta_0}, \qquad \text{où} \qquad \theta_i = U_i + \int V_i\alpha\, dv,$$

et l'on trouve que l'on a à déterminer α de manière que

$$(3) \qquad \theta_1\theta_2 - \theta_0\theta_3 = 0.$$

» 2° Si $h_1 = 0$, d'après M. Darboux, cette intégrale a la forme $\sigma\vartheta$, où $\vartheta = \theta\alpha_u - \theta_u\alpha$. Il suit, comme ci-dessus, que l'on a

$$(4) \qquad \vartheta_1\vartheta_2 - \vartheta_0\vartheta_2 = 0,$$

qui donne, si w est une fonction arbitraire de v,

$$(5) \qquad \theta_1\theta_2 - \theta_0\theta_3 = w\alpha^2.$$

» Déterminons α de manière que (5) soit remplie. En dérivant (5) après v, et posant $V_0 = 1$, et comme il est permis, $V_1 = v$, on a

$$(6) \qquad (\theta_1 - v\theta_0)(\theta_2 - V_2\theta_0) = M^2\theta_0^2,$$

où

$$(7) \qquad \theta_0^2 M^2 = V\theta_0 - w'\theta_0\theta_0' - 2w\theta_0\theta_0'' + w\theta_0'^2, \qquad \text{où} \qquad V = vV_2 - V_3.$$

» L'équation (6) donne

$$\theta_1 = (v + M\lambda)\theta_0, \qquad \theta_2 = (V_2 + M\lambda^{-1})\theta_0;$$

en dérivant, on trouve

$$(v + M\lambda)'\theta_0 + M\lambda\alpha = 0, \qquad (V_2 + M\lambda^{-1})'\theta_0 + M\lambda^{-1}\alpha = 0.$$

» La première de ces équations donne $\theta_0 = -\mu'$, où $-\frac{\mu}{\mu'} = M\lambda$; de la deuxième, on déduit :

(8) $$M^2(2\mu\mu'' - \mu'^2) + (M^2)'\mu\mu' - V'_2\mu^2 = 0.$$

» En éliminant M de (7) et (8), on trouve une équation en μ de quatrième ordre et du deuxième degré dont le premier membre donne, en dérivant et supprimant le facteur μ, l'*équation autoadjointe générale* suivante :

$$\begin{aligned}2w\mu^{(5)} + 5w'\mu^{(4)} + 2(2w'' + V'')\mu''' \\ + (w''' + 3V')\mu'' + (V'' - 2V'_2)\mu' - V''_2\mu = 0.\end{aligned}$$

» Les cinq fonctions U_i, qui jouent le rôle de constantes arbitraires en μ, satisfont à la même relation quadratique, comme les intégrales (9). A cause de la relation

$$\theta_{1u}\theta_{2u} - \theta_{0u}\theta_{3u} = w\alpha_u^2,$$

on démontre qu'elles satisfont aussi à une équation autoadjointe. Il reste, par suite, une fonction arbitraire de u, car on peut poser $U_0 = 1$, $U_1 = u$.

» Si l'on suppose V_1 générale, on peut mettre les intégrales particulières de (9) et les U_i sous des formes spéciales qui se trouvent chez M. Darboux (*loc. cit.*, p. 119 et 143). μ prend par suite la forme

$$\begin{aligned}f(u)\varphi(v)\Big\{[\beta(u) - \gamma(v)](\beta'' - \gamma'') - \frac{(\beta' - \gamma')^2}{2} \\ - \beta''\gamma''\frac{(u - v)^2}{2} + (\beta'\gamma'' - \beta''\gamma')(u - v)\Big\}.\end{aligned}$$

» En égalant les coefficients de (9) à ceux de l'équation à laquelle satisfont ces formes spéciales de μ, on trouve les V_1, V_2, V_3 par deux quadratures. Les deux signes de ces quadratures sont les seuls qui figurent dans les formules explicites pour Σ.

» Quant à Π, on la trouve en posant $w = 0$; le μ correspondant satisfait maintenant à une équation autoadjointe générale du troisième ordre.

» Il est aisé de voir comment se traitent les surfaces pour lesquelles les deux systèmes de lignes de courbure sont planes ou sphériques; pour elles s'annulent deux des quatre invariants h_{-2}, h_{-1}, h, h_1 de l'équation (1). »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Trois formules très générales relatives aux courbes dans l'espace.* Note de M. **N.-I. Hatzidakis**, présentée par M. Darboux.

« Gœttingue, 30 mars 1899.

« 1. Étant données deux courbes quelconques c et c' dans l'espace, on peut, de différentes manières, exprimer la courbure et la torsion de l'une par la courbure, la torsion et l'élément de l'arc de l'autre et par *la position mutuelle* des deux courbes. Le procédé le plus simple est le suivant : Soit u la variable indépendante dont dépendent les deux courbes. Menons par les points correspondants M et M' de c et de c' deux trièdres parallèles, dont les axes des z soient parallèles à la perpendiculaire commune aux deux tangentes en M et M'; soit de plus axe des x d'un de ces trièdres la tangente à la courbe c. Si l'on considère ces trièdres comme appartenant à deux surfaces quelconques passant respectivement par les courbes et ayant, le long de ces courbes, des normales parallèles (les axes des z et des z'), on peut évidemment appliquer à chacune des courbes les formules de M. Darboux [*Surfaces*, t. II, p. 354, 357; formules (17), (18) et (22)]. On aura alors pour la courbe c

$$(1)\qquad \begin{cases} \dfrac{ds}{\rho}\cos\varpi \equiv \dfrac{ds}{\rho_n} = -q\,du, \\ \dfrac{ds}{\rho}\sin\varpi \equiv \dfrac{ds}{\rho_g} = \quad r\,du, \\ \dfrac{ds}{\tau} - d\varpi \equiv \dfrac{ds}{\tau_g} = -p\,du; \end{cases}$$

et pour la courbe c'

$$(2)\qquad \begin{cases} \dfrac{ds'}{\rho'}\cos\varpi' \equiv \dfrac{ds'}{\rho'_n} = \quad \sin\omega\,p\,du - \cos\omega\,q\,du, \\ \dfrac{ds'}{\rho'}\sin\varpi' \equiv \dfrac{ds'}{\rho'_g} = d\omega + r\,du, \\ \dfrac{ds'}{\tau'} - d\varpi' \equiv \dfrac{ds'}{\tau'_g} = -\cos\omega\,p\,du - \sin\omega\,q\,du; \end{cases}$$

d'où, en éliminant p, q, r entre (1) et (2), il vient

$$(\alpha)\qquad \begin{cases} \dfrac{ds'}{\rho'_n} = \dfrac{ds}{\rho_n}\cos\omega - \dfrac{ds}{\tau_g}\sin\omega, \\ \dfrac{ds'}{\rho'_g} = \dfrac{ds}{\rho_g} + d\omega, \\ \dfrac{ds'}{\tau'_g} = \dfrac{ds}{\rho_n}\sin\omega + \dfrac{ds}{\tau_g}\cos\omega; \end{cases}$$

qui sont les relations cherchées, car elles expriment $\frac{ds'}{\rho'}$, $\frac{ds'}{\tau'}$ (et ϖ') par les éléments de la position mutuelle ω et ϖ. Ces formules coïncident, aux notations près, avec celles données en premier lieu par M. Schönflies ([1]), mais il les trouve plus difficilement et sans remarquer qu'elles sont *tout à fait* générales. On en déduit en effet, par spécification, toute une foule de relations connues, mais trouvées par des voies très variées. (Voir, par exemple, Schell, *Kurven*, t. II; 1898.)

» 2. Si l'on cherchait les relations entre les éléments de deux courbes pris, non plus par rapport à *leur image sphérique commune*, mais par rapport à deux images sphériques *perpendiculaires* entre elles, on aurait, comme on le démontre facilement, à permuter circulairement, dans les formules (α), les éléments de l'une ou de l'autre courbe *une* ou *deux* fois.

» 3. Si, plus généralement, on considère les éléments de deux courbes par rapport à deux trièdres *différents* xyz, $x'y'z'$, on aura évidemment

$$\begin{aligned} p' &= \alpha p + \beta q + \gamma r, \\ q' &= \alpha' p + \beta' q + \gamma' r, \\ r' &= \alpha'' p + \beta'' q + \gamma'' r; \end{aligned}$$

et, par un raisonnement semblable au précédent, on trouvera les formules les plus générales

$$(\alpha)\quad \left\{ \begin{aligned} \frac{ds'}{\rho'_n} &= \sin\omega\left(\alpha\,\frac{ds}{-\tau_g} + \beta\,\frac{ds}{-\rho_n} + \gamma\,\frac{ds}{\rho_g}\right) \\ &\quad - \cos\omega\left(\alpha'\,\frac{ds}{-\tau_g} + \beta'\,\frac{ds}{-\rho_n} + \gamma'\,\frac{ds}{\rho_g}\right), \\ \frac{ds'}{\rho'_g} &= d\omega + \alpha''\,\frac{ds}{-\tau_g} + \beta''\,\frac{ds}{-\rho_n} + \gamma''\,\frac{ds}{\rho_g}, \\ \frac{ds'}{\tau'_g} &= -\cos\omega\left(\alpha\,\frac{ds}{-\tau_g} + \beta\,\frac{ds}{-\rho_n} + \gamma\,\frac{ds}{\rho_g}\right) \\ &\quad - \sin\omega\left(\alpha'\,\frac{ds}{-\tau_g} + \beta'\,\frac{ds}{-\rho_n} + \gamma'\,\frac{ds}{\rho_g}\right). \end{aligned} \right.$$

» Mais, il est bon de le remarquer, toutes ces formules contiennent le rapport $\frac{ds'}{ds}$; il faudra donc, dans chaque cas particulier, trouver ds' en fonction de ds, ρ, τ par un procédé spécial. »

([1]) *Nachrichten der K. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen* (Heft I; 1898).

PHYSIQUE. — *Sur l'action d'une augmentation ou d'une diminution de pression sur l'interrupteur électrolytique*. Note de M. **A. Le Roy**, présentée par M. d'Arsonval.

« Si l'on dispose un interrupteur électrolytique pour bobine d'induction, suivant les indications données par M. Wehnelt et par M. d'Arsonval, c'est-à-dire en le constituant avec un très court fil de platine formant anode et une large surface de mercure formant cathode, de l'eau acidulée par l'acide sulfurique à 20-25 pour 100 étant employée comme électrolyte, on observe que cet interrupteur, intercalé en tension dans le circuit primaire d'une bobine d'induction et actionné par le courant d'un secteur à 120 volts, fonctionne normalement selon les indications données par ces savants. Mais si, par un artifice approprié, on vient à diminuer ou à augmenter la pression de l'atmosphère gazeuse du vase dans lequel est placé l'électrolyte, on constate qu'une diminution de pression croissante provoque l'arrêt des phénomènes d'interruption du courant, en empêchant les phénomènes de caléfaction à l'anode, et qu'une augmentation de pression donne lieu aux mêmes résultats, en laissant accumulés sur les anodes les gaz électrolytiques. »

PHYSIQUE. — *Quelques conditions de fonctionnement de l'interrupteur électrolytique de M.* Wehnelt. Note de M. **Paul Bary**, présentée par M. d'Arsonval.

« Par l'emploi de l'interrupteur électrolytique de Wehnelt, on peut observer trois phénomènes très distincts qui dépendent, pour une anode de platine donnée, de la self-induction du circuit, de sa résistance et de la force électromotrice employée.

» Avec une faible différence de potentiel, on observe simplement l'électrolyse de l'eau. Si l'on augmente la différence de potentiel, le phénomène change brusquement à une valeur donnée de celle-ci : les gaz qui se dégagent autour de l'anode deviennent lumineux, sans que le platine rougisse, en produisant un bruit très caractéristique; ce phénomène, qui a été observé pour la première fois par Fizeau et Foucault [1], est celui qui a été

[1] Fizeau et Foucault, *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. II, p. 383; 1844.

utilisé par le Dr Wehnelt dans son interrupteur. Enfin, en augmentant encore la force électromotrice, on arrive à une troisième phase où le bruit cesse; les gaz dégagés ne sont plus lumineux, mais le platine rougit dans le liquide dont il reste séparé en partie par une gaine de vapeur; ce troisième phénomène est celui décrit par MM. Violle et Chassagny ([1]).

» Ainsi que l'a indiqué M. d'Arsonval ([2]), on peut substituer, à la solution sulfurique, une solution de potasse; l'expérience m'a montré, en outre, que tous les corps, dont l'électrolyse donnait un simple dégagement d'oxygène au pôle +, pouvaient être indifféremment employés. Dans les expériences dont les résultats suivent, j'ai employé une solution de chlorure d'ammonium dans l'eau, et je mesurais la fréquence en observant l'anode de l'électrolyseur au miroir tournant. Le résultat de ces expériences est que, pour que le phénomène de Fizeau et Foucault se produise, il faut que la différence de potentiel soit comprise entre les valeurs maxima et minima en dehors desquelles on a, ou le phénomène de MM. Violle et Chassagny, ou l'électrolyse simple.

» La tension minima est d'autant plus faible que la self-induction du circuit est plus grande, alors que la tension maxima croît avec la self-induction du circuit; de telle sorte que les limites entre lesquelles on observe le phénomène des interruptions se rapprochent quand le coefficient de self-induction diminue; pour une self-induction nulle on ne produit, à aucune valeur de la tension, le phénomène de Fizeau et Foucault et l'on passe directement de l'électrolyse simple au phénomène de MM. Violle et Chassagny, la tension nécessaire pour passer de l'un à l'autre ne dépendant que des dimensions du fil de platine et de la résistance du circuit.

» Le Tableau ci-dessous donne les valeurs trouvées dans une série d'expériences, en employant un fil de platine de $0^{mm},35$ et dépassant le verre de $11^{mm},5$ de longueur, avec des bobines dont la self-induction variait de 0,0038 à 53 milli-henrys; ce Tableau est à double entrée : sur la première ligne horizontale sont portées les différences de potentiel et sur la première ligne verticale les coefficients de self-induction, en regard de ces lignes sont portées les différentes valeurs de la fréquence. Les lettres ES signifient qu'il y a électrolyse simple et les lettres VC qu'on a le phénomène de MM. Violle et Chassagny.

([1]) Violle et Chassagny, *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 284; 1889.
([2]) D'Arsonval, *Comptes rendus*, 27 février 1899.

Coefficients de self-induction en milli-henrys.	Différences de potentiel exprimées en volts.									
	24	36	48	60	72	84	96	120	168	180
0,0038..	ES	ES	ES	ES	ES	Marche irrégulière.	VC	VC	»	»
0,062...	ES	ES	ES	ES	2850	3800	VC	VC	»	»
1,09....	ES	Marche irrégulière.	930	1220	1400	1630	1750	1850	VC	»
2,8.....	ES	755	945	1140	»	1320	»	»	»	»
11.......	»	380	»	»	»	760	»	»	»	»
53.......	ES	122	164	205	245	»	275	330	490	570

» Afin de déterminer l'influence de la pression, nous avons fait, M. Gasnier et moi, au laboratoire de M. Hospitalier, quelques mesures de la fréquence, sur un circuit déterminé et constant, pour des pressions réelles variant de 25^{cm} à 150^{cm} de mercure. L'appareil tel qu'il était constitué ne permettait pas beaucoup de précision dans la mesure; nous avons trouvé cependant que la fréquence diminuait pour des pressions croissantes un peu moins qu'en raison de la proportionnalité inverse.

» M. S.-P. Thompson (¹) a signalé qu'à une pression de 3 atmosphères la fréquence était plus faible qu'à la pression atmosphérique.

» M. C. Swinton (²) ayant constaté qu'on ne pouvait mettre en marche l'interrupteur Wehnelt en fermant le circuit par immersion de l'anode dans l'électrolyte, j'ai cherché à répéter cette expérience sans succès et j'ai toujours observé qu'il n'y avait aucune différence à établir le courant par immersion de l'anode ou par tout autre moyen. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la variation de la résistivité électrique des métaux et de leurs alliages due à la torsion.* Note de M. **Coloman de Szily**, présentée par M. Lippmann.

« Toutes les actions physiques et mécaniques, comme le recuit, la trempe, la traction, la torsion, etc., ont une influence sur la résistance électrique des métaux et de leurs alliages. Toutefois, les recherches expé-

(¹) S.-P. Thompson, Lettre adressée le 8 mars 1899 à la Société physique de Londres.

(²) C. Swinton, Communication du 10 mars 1899 à la Société physique de Londres.

rimentales relatives à ces phénomènes sont encore assez incomplètes. Je me suis proposé d'en reprendre l'étude et de rechercher notamment quelle est la variation de la résistance des fils par suite de la torsion.

» Comme, d'après les expériences préliminaires, on devait s'attendre à des variations extrêmement faibles, la plus grande difficulté qu'il fallait vaincre pour arriver à des mesures exactes était l'élimination de l'influence de la température ambiante. Pour y arriver, j'ai choisi, d'une part, un alliage dont la résistance électrique peut être considérée comme constante, pour des petites variations de température du moins : c'est l'alliage connu sous le nom de *constantan*. D'autre part, j'ai exécuté les mesures dans une pièce souterraine où les fluctuations de la température ambiante ne dépassaient guère un dixième de degré centigrade et que l'Institut de Physique de l'École Polytechnique fédérale, à Zurich, a bien voulu mettre à ma disposition.

» Dans mes expériences, je me suis servi de la méthode de Wheatstone, modifiée par Kirchhoff et connue sous le nom de *pont à corde*.

» Le fil de constantan à examiner, bien recuit au préalable, fut suspendu à l'intérieur d'un tube de laiton vertical, d'une longueur de $3^{m},50$, et il fut soigneusement tendu par un poids de laiton soudé à son extrémité inférieure. Après chaque torsion, ce poids pouvait être maintenu dans sa nouvelle position au moyen de deux ergots. Tous les points de jonction du système furent établis sans exception par des godets remplis de mercure. Pour la jonction des diverses branches, je me suis servi de fils de cuivre de 3^{mm} de diamètre; par contre, la *corde* fut constituée par un fil de constantan de $1^{m},50$ de longueur, tendu horizontalement et alimenté par le courant d'une batterie de trois circuits Daniell.

» Les résistances auxiliaires furent choisies de manière que l'on pût atteindre, dans le résultat des mesures de résistance, une approximation de 0,000001. Au commencement de chaque expérience, le fil était en équilibre moléculaire au point de vue élastique. Après l'observation de la position du galvanomètre, le fil fut tordu d'une révolution complète, soit d'un angle de 2π, et fixé dans cette nouvelle position. Trois observations de la déviation de l'aiguille du galvanomètre furent alors exécutées et le fil fut de nouveau tordu de 360° et ainsi de suite.

» Pour donner une idée de l'ordre de grandeur de la variation de résistance, j'inscris ici les résultats d'une série de mesures.

» La résistance initiale du fil de constantan était de $10^{\text{ohms}},60020$.

Angle de torsion.	$W_i - W_0$.	$W_i - W_{i-1}$.	Angle de torsion.	$W_i - W_0$.	$W_i - W_{i-1}$.
$1,2\pi$	0,00002	0,00002	$3,2\pi$	0,00006	0,00002
$2,2\pi$	0,00004	0,00002	$4,2\pi$	0,00015	0,00009

Angle de torsion.	$W_i - W_0$.	$W_i - W_{i-1}$.	Angle de torsion.	$W_i - W_0$.	$W_i - W_{i-1}$.
5,2 π	0,00024	0,00009	16,2 π	0,00178	0,00022
6,2 π	0,00033	0,00009	17,2 π	0,00200	0,00022
7,2 π	0,00041	0,00008	18,2 π	0,00223	0,00023
8,2 π	0,00050	0,00009	19,2 π	0,00247	0,00024
9,2 π	0,00059	0,00013	20,2 π	0,00273	0,00026
10,2 π	0,00072	0,00013	21,2 π	0,00299	0,00026
11,2 π	0,00085	0,00013	22,2 π	0,00324	0,00025
12,2 π	0,00099	0,00014	23,2 π	0,00353	0,00029
13,2 π	0,00117	0,00018	24,2 π	0,00382	0,00029
14,2 π	0,00135	0,00018	25,2 π	0,00412	0,00030
15,2 π	0,00156	0,00021			

» Je fais remarquer que la limite d'élasticité dans ce cas se trouvait à peu près à 3,2 π.

» Les résultats d'un grand nombre de séries de mesures sont suffisamment concordants et montrent que la résistance électrique va en augmentant avec l'angle de torsion, et cela non proportionnellement à l'angle, mais bien plus vite. Si nous déterminons pour chaque cas la limite de l'élasticité, nous trouvons que, jusqu'à cette limite, l'augmentation de la résistance peut être considérée comme proportionnelle à l'angle de torsion.

» J'ai examiné en même temps la question suivante qui s'est posée au cours de mes expériences : La résistance électrique du fil tordu reste-t-elle constante ou bien varie-t-elle avec le temps ? J'ai trouvé que la résistance du fil ne reste pas du tout constante après la torsion, mais diminue certainement, quoique extrêmement lentement, avec le temps. De même, j'ai constaté que la résistance électrique du fil ramené par des torsions inverses à sa position initiale va en diminuant avec le temps et même bien plus vite que dans le premier cas ; probablement parce qu'elle peut atteindre plus rapidement son équilibre moléculaire. On sait qu'en faisant subir à un fil une forte torsion et en le laissant ensuite reprendre son état non déformé, la limite d'élasticité du fil se déplace et atteint une valeur plus élevée qu'avant la déformation. En examinant la variation de résistance d'un fil déformé et soumis de nouveau à une série de torsions, j'ai pu constater une concordance remarquable avec le fait ci-dessus, car la proportionnalité entre la variation de résistance et l'angle de torsion allait plus loin pour le même fil après qu'avant la déformation.

» Si j'ajoute que la comparaison des effets sur des fils de divers diamètres

m'a démontré que la variation de la résistivité électrique augmente plus rapidement que le diamètre, j'ai fini de résumer les résultats que j'ai pu obtenir pour le constantan.

» Il fallait maintenant répéter les mêmes recherches sur d'autres métaux. J'ai fait des expériences avec des fils de maillechort et de nickeline, en me servant des mêmes dispositions que celles décrites ci-dessus, mais il m'a été impossible d'obtenir une exactitude suffisante à cause de l'influence des variations de la température ambiante. Toutefois, autant que j'ai pu le voir, le caractère du phénomène semble être pour ces divers métaux (ainsi, du reste, que pour le cuivre, pour lequel j'ai également entrepris des recherches) le même que celui relevé dans le cas du constantan [1]. »

OPTIQUE. — *Points corrélatifs des points de Bravais.* Note de M. **Pierre Lefebvre**, présentée par M. Lippmann.

« Bravais a indiqué l'existence, dans un système optique centré quelconque, de deux points coïncidant avec leurs conjugués par rapport au système. Ce sont deux points de l'axe, distincts ou confondus, à distance finie ou infinie; ils peuvent être *réels* ou *imaginaires*. Cette dernière circonstance a certainement beaucoup limité leur emploi.

» Je me propose de montrer qu'il existe dans un système optique centré des points doués de propriétés assez remarquables, dont l'existence est corrélative de celle des points de Bravais; de telle sorte qu'on peut toujours employer les uns ou les autres.

» Dans le cas où un système n'a pas de foyers, ses points de Bravais sont réels, l'un d'eux étant d'ailleurs à l'infini; nous pouvons donc nous borner à étudier le cas où le système a des foyers.

» Soient F et F′ les foyers principaux du système; I une droite perpendiculaire à l'axe en B; I′ son image perpendiculaire à l'axe en B′; on sait que

$$\overline{FB}.\overline{F'B} = -H, \tag{1}$$

$$\left(\frac{I'}{I}\right)^3 = -K\frac{\overline{F'B'}}{\overline{FB}}, \tag{2}$$

(1) Ce travail fut commencé au laboratoire de recherches physiques à la Sorbonne, à Paris, et terminé à l'Institut de Physique de l'École Polytechnique, à Zurich.

H et K étant deux constantes des systèmes; cette dernière K en particulier est l'indice du premier milieu par rapport au dernier. H et K son positifs dans les systèmes où il n'y a pas de réflexions ou un nombre pair, négatifs dans ceux où il y a une réflexion ou un nombre impair. D'après l'équation (1), les points de Bravais sont donnés par

$$\overline{FB}.\overline{F'B} = -H,$$

ou

$$(3) \qquad \overline{FB}^2 - \overline{FF'}.FB + H = 0.$$

Ils ne sont donc imaginaires que si $\overline{FF'}^2 - 4H < 0$, ce qui exclut le cas de $H < 0$ et peut s'interpréter ainsi :

» Dans un système optique centré, où les points de Bravais sont imaginaires, on peut former un triangle isoscèle réel, ayant FF' pour base, $\sqrt{H}$ pour côtés. Nous appellerons le troisième *sommet de ce triangle, pôle du système.*

» Dans l'espace, le lieu des pôles d'un système est la circonférence intersection des sphères décrites de F et F' comme centres avec $\sqrt{H}$ pour rayon. Dans un plan passant par l'axe, il y a généralement deux pôles symétriques par rapport à l'axe. Un cas singulier se présenterait si F et F' coïncidaient; en ce cas tous les points de la sphère de centre F et de rayon $\sqrt{H}$ auraient les propriétés des pôles. Soit ω le pôle d'un système.

» 1° *On peut amener* ωB *sur* $\omega B'$ *ou sur son prolongement en faisant tourner autour du pôle* ω *d'un angle constant dans un sens déterminé.*

» En effet, les triangles ωFB, $B'F'\omega$ sont semblables, comme ayant les angles en F et F' égaux, compris entre côtés proportionnels, d'après (1). Le triangle $B'\omega B$ sera semblable aux précédents comme ayant ses angles en B et B' égaux respectivement aux angles de ces triangles. Il en résulte :

$$\widehat{B'\omega B} = \widehat{BF\omega} = \widehat{\omega F'B'}.$$

» Selon que B sera d'un côté ou de l'autre de F, $\widehat{BF\omega}$ coïncidera avec $\widehat{F'F\omega}$, ou sera supplémentaire et de sens contraire. Donc $\widehat{B'\omega B}$ est aussi égal à $\widehat{F'F\omega}$ et de même sens, ou supplémentaire et de sens contraire. Donc, on peut amener ωB sur $\omega B'$ ou son prolongement par une rotation autour du pôle égale à $\widehat{F'F\omega}$ et de sens contraire. On pourrait encore amener

ωB sur ωB' ou son prolongement par une rotation supplémentaire de $\widehat{F'F\omega}$ et de même sens.

» L'image d'un objet I est droite ou renversée selon que l'objet est d'un côté ou de l'autre de F, par suite, selon que la rotation effectuée autour du pôle amènera ωB sur ωB' ou sur son prolongement.

» Nous appellerons *angle caractéristique du système* l'angle constant dont il faut faire tourner ωB pour l'amener *sur* ωB' *même* quand l'image est *droite, sur son prolongement* quand l'image est *renversée*.

» 2° Il résulte immédiatement de ce qui précède que *du pôle on voit sous un même angle un segment de l'axe et son image.*

» 3° *Le rapport de l'image* I' *à l'objet* I *est égal au rapport des distances de leurs pieds sur l'axe au pôle, multiplié par la racine carrée de l'indice* K.

» En effet, les triangles ωFB, B'F'ω, B'ωB étant semblables :

$$\pm\frac{\overline{\omega F}}{\overline{FB}} = \mp\frac{\overline{F'B'}}{\overline{\omega F'}} = \frac{\overline{\omega B'}}{\overline{\omega B}},$$

il en résulte d'après (2) :

$$\frac{I}{I'} = \frac{\overline{\omega B'}}{\overline{\omega B}}\sqrt{K}. \tag{4}$$

» En résumé :

» *Pour construire l'image d'un objet, il suffira de faire tourner, autour du pôle, de l'angle caractéristique, le rayon vecteur qui joint au pôle le pied de l'objet sur l'axe; le pied de l'image sur l'axe se trouve sur la nouvelle position du rayon vecteur ou son prolongement. L'image est droite dans le premier cas, renversée dans le second. Son rapport à l'objet est égal au rapport des distances au pôle des pieds de l'image et de l'objet, multiplié par l'indice du premier milieu par rapport au dernier.*

» Dans le cas où les milieux extrêmes sont identiques, le rapport de l'image à l'objet est simplement le rapport des distances au pôle des pieds de l'image et de l'objet sur l'axe.

» Les pôles ne peuvent être réels qu'autant que $\overline{FF'}^2 - LH$ est négatif. Dans le cas limite où $\overline{FF'} = 2\sqrt{H}$, le point de l'axe équidistant des foyers pourra être regardé comme point de Bravais double, mais aussi comme limite des pôles : c'est ainsi que le rapport de l'image à l'objet sera égal au rapport de leurs distances à ce point, multiplié par l'indice K. Le sommet commun des faces d'une lentille mince aurait précisément cette propriété.

Dans une lentille épaisse (et plus généralement dans un système optique centré), les propriétés de ce point se retrouvent partie dans les points de Bravais, partie dans les pôles; ces points n'étant d'ailleurs pas simultanément réels.

» Un système optique centré est complètement déterminé, si l'on se donne l'axe, un pôle, l'angle caractéristique et l'indice relatif de réfraction des milieux extrêmes.

» De ces données, on déduira immédiatement les foyers, plans principaux, points nodaux, etc., d'après les propriétés indiquées. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un nouveau procédé de préparation du siliciure de fer* SiFe(¹). Note de M. **P. Lebeau**, présentée par M. Henri Moissan.

« Dans le cours de nos recherches sur le traitement de l'émeraude au four électrique en vue de préparer facilement une notable quantité de glucine, nous avons souvent rencontré, dans les produits de réduction de l'émeraude par le charbon ou le carbure de calcium, des masses métalliques à cassure cristalline présentant parfois de véritables géodes remplies de cristaux. Nous avons pu détacher mécaniquement quelques-uns de ces cristaux, et l'analyse qualitative nous a montré qu'ils renfermaient du silicium, du fer et du cuivre. Quelques dosages effectués sur des échantillons provenant de masses métalliques différentes avaient donné des résultats suffisamment concordants pour que nous supposions avoir obtenu un siliciure double de fer de cuivre.

» Voici, en effet, deux de ces analyses établissant, pour ces cristaux, une grande analogie de composition :

	Échantillon n° 1.	Échantillon n° 2.
Silicium	25,8	26,3
Fer	30,2	30,5
Cuivre	41,4	40,7
Siliciure de carbone	2,1	2,3
	99,5	99,8

» Un rapide examen des propriétés nous a démontré que ce prétendu

(¹) Laboratoire des Hautes Études de M. Moissan.

siliciure double, malgré son apparence, était formé par des cristaux de siliciure de fer, très nets, facilement isolables par un traitement à l'acide azotique, cristaux cimentés en quelque sorte par du siliciure de cuivre. Cette expérience nous a permis de constater que le siliciure de cuivre était un excellent dissolvant du siliciure de fer et nous avons pensé à utiliser cette propriété à la préparation de ce dernier, soit en dissolvant dans le siliciure de cuivre fondu du siliciure de fer préalablement préparé, soit en préparant le siliciure de fer en présence d'un excès de siliciure de cuivre. Nous avons reconnu en outre que le cuivre possédait une affinité moindre pour le silicium que le fer, et qu'il suffisait de chauffer ce dernier métal en présence d'un excès de siliciure de cuivre fondu pour obtenir du siliciure de fer cristallisant dans l'excès de cuivre silicié. C'est même cette dernière réaction qui nous a donné le meilleur résultat au point de vue de la pureté et de la cristallisation des échantillons.

» *Préparation du siliciure de fer.* — Le siliciure de cuivre que nous avons employé est le siliciure de cuivre du commerce renfermant de 15 à 20 pour 100 de silicium et qu'il est facile de se procurer en grande quantité.

» Ce siliciure est grossièrement pulvérisé et mélangé avec 10 pour 100 de son poids de limaille de fer aussi pure que possible. Nous opérions sur 400^{gr} de siliciure de cuivre et 40^{gr} de limaille de fer. Le mélange était placé dans un creuset de charbon que nous disposions dans le four électrique à creuset de M. Moissan. Le four était alimenté par un courant de 950 ampères sous 45 volts et la durée de la chauffe était de quatre à cinq minutes.

» On obtient un culot parfaitement fondu à cassure homogène très cristalline et d'un blanc métallique rappelant la cassure récente du siliciure de cuivre. Ce culot est concassé et les fragments obtenus sont traités dans une capsule de porcelaine par de l'acide azotique étendu de son volume d'eau. L'attaque est rapide au début puis il est nécessaire d'élever progressivement la température. L'excès de siliciure de cuivre se dissout peu à peu et l'on voit apparaître les cristaux de siliciure de fer encore empâtés de silice gélatineuse. Lorsque la masse est complètement désagrégée, on lave par décantation pour éliminer complètement l'azotate de cuivre. On verse ensuite sur le résidu 200^{cc} à 300^{cc} de lessive de soude ordinaire étendue de son volume d'eau et l'on maintient la capsule de dix à quinze minutes au bain-marie en agitant constamment son contenu.

» On lave ensuite avec une grande quantité d'eau et les cristaux de siliciure de fer apparaissent alors très brillants, doués d'un vif éclat métallique. On traite de nouveau par l'acide azotique et par la soude jusqu'à ce que ces réactifs n'enlèvent plus trace de cuivre et de silice. On lave finalement à l'eau distillée et l'on sèche à l'étuve.

» Le siliciure de fer que l'on obtient par ce procédé répond à la for-

mule SiFe, il diffère donc comme composition du siliciure $SiFe^2$ préparé par M. Moissan (¹) au four électrique par union directe du fer et du silicium. Il est intéressant de rapprocher ce fait de la production du carbure de tungstène CTu, obtenu par M. Williams (²) en opérant la réduction de l'acide tungstique par le charbon en excès en présence de carbure de fer servant de dissolvant, alors que le carbure préparé par M. Moissan (³) par union directe du carbone et du tungstène a pour formule CTu^2.

» La présence d'un composé métallique servant de dissolvant, tel que la fonte de fer ou le cuivre silicié dans le cas qui nous concerne, semble donc suffisante pour donner naissance à une série de combinaisons de composition différente. Il est possible d'expliquer ce fait en considérant que ce dissolvant empêche d'atteindre une température aussi élevée que dans le cas d'une combinaison directe d'un métal avec le silicium ou le carbone, par le fait même de sa volatilisation, et permet d'obtenir, par exemple, un siliciure plus riche en silicium. Le siliciure ainsi formé étant susceptible d'être dissocié à plus haute température, comme d'ailleurs cela a été reconnu par M. Williams pour le carbure de tungstène CTu, qui se décompose au four électrique lorsqu'on le chauffe seul dans un creuset de charbon en donnant le carbure de tungstène CTu^2 et du graphite.

» Le siliciure SiFe a déjà été obtenu par Fremy (⁴) dans l'action du chlorure de silicium sur le fer porté au rouge, et par Hahn (⁵) qui le décrit comme constituant le résidu cristallin soyeux résultant de l'action de l'acide fluorhydrique sur le siliciure $SiFe^2$ impur. Celui que nous avons préparé se présente soit en cristaux isolés tétraédriques, soit en cristaux groupés suivant un arrangement rappelant celui du silicium cristallisé.

» La densité des cristaux à 15° est de 6,17. Ils rayent facilement le quartz mais n'attaquent pas le corindon.

» Le siliciure de fer n'est pas altéré visiblement dans un courant d'hydrogène ou d'oxygène sec à la température de la grille à analyse.

» Le fluor l'attaque à froid avec incandescence en produisant du fluorure de fer qui conserve la forme des cristaux.

» Le chlore et le brome réagissent également avec incandescence au rouge sombre.

» Le soufre ne l'attaque pas au-dessous du rouge.

» Les acides minéraux en solutions étendues ou concentrées sont sans action sur ce

---

(¹) H. Moissan, *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 794.

(²) P. Williams, *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1722.

(³) H. Moissan, *Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 13.

(⁴) Fremy, *Encyclopédie chimique*, article *Fer*.

(⁵) Hahn, *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. CXXIX, p. 57.

composé, sauf le mélange d'acide nitrique et fluorhydrique qui le dissout complètement.

» Les alcalis fondus, les carbonates ou le mélange de nitrate et de carbonate alcalins l'attaquent facilement.

» *Conclusions.* — L'emploi du siliciure de cuivre comme dissolvant du siliciure de fer nous a permis de préparer le composé SiFe très bien cristallisé.

» Nous avons constaté que le siliciure de cuivre à haute température était dissociable ou susceptible de céder son silicium à un métal tel que le fer, présentant vraisemblablement plus d'affinité que lui pour le silicium. Cette réaction peut être appliquée à la préparation d'autres siliciures métalliques, et nous avons en effet vérifié ce fait pour quelques-uns d'entre eux, notamment pour les siliciures de cobalt, de nickel et de chrome.

» L'emploi de l'arséniure et de l'antimoniure de cuivre nous a conduit à des résultats comparables et nous a fourni ainsi un nouveau moyen de continuer l'étude de ces composés binaires. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la préparation et les propriétés d'un sous-phosphure de cuivre cristallisé* (1). Note de M. **Georges Maronneau**, présentée par M. Henri Moissan.

« Dans une Note sur le phosphure de calcium (2), M. Moissan vient de démontrer que par réduction du phosphate de calcium par le charbon, au four électrique, on pouvait obtenir le phosphure cristallisé P^2Ca^3. Nous avons étendu la même réaction à d'autres phosphates et nous avons entrepris quelques recherches en vue d'étudier la stabilité des phosphures métalliques à la haute température du four électrique.

» Nos premiers essais ont porté sur les composés du cuivre. Nous avons cherché à préparer un phosphure de cuivre en réduisant le phosphate de cuivre par le charbon dans le four électrique de M. Moissan.

» Nous avons, pour cela, chauffé au four électrique un mélange : de phosphate de cuivre, 400 parties; coke de pétrole, 100 parties; préalablement comprimé et séché au four Perrot.

» Nous avons obtenu après chaque opération un culot métallique bien fondu, assez

(1) Ce travail a été fait au laboratoire des Hautes Études de M. Moissan.

(2) Henri Moissan, *Préparation et propriétés du phosphure de calcium cristallisé* (*Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 787).

dûr, ayant une cassure cristalline et dont la couleur varie, suivant la durée de la chauffe, du gris blanc au gris bleu. En examinant le culot on constate qu'il est formé de cristaux de phosphure enchâssés dans du cuivre métallique.

» Ce phosphure est évidemment le composé de phosphore et de cuivre le plus stable à cette température élevée; aussi avons-nous tout d'abord cherché à l'isoler.

» Les culots métalliques que nous avons obtenus en réduisant le phosphate de cuivre par le charbon au four électrique ont une composition variable suivant la durée de la chauffe.

» Le courant employé dans nos expériences a été de 900 ampères sous 45 volts.

» La teneur en phosphore et en cuivre a été pour les composés obtenus :

Durée de la chauffe.	Cuivre. I.	Cuivre. II.	Phosphore. I.	Phosphore. II.	Insoluble (¹).
3 minutes....	89,19	89,39	6,71	6,57	»
3 »	90,32	90,58	8,53	8,54	»
5 »	93,37	93,40	3,80	3,74	»

» Pour isoler les cristaux de phosphure contenus dans la masse fondue nous avons pensé à nous servir de la méthode électrolytique qui est souvent employée dans ce genre de recherches.

» Le dispositif se compose de deux piles de Daniell et d'une cuve électrolytique remplie d'une solution de sulfate de cuivre saturée à froid; le pôle positif est constitué par une lame de platine et le pôle négatif par un fil de platine auquel est suspendu le corps à électrolyser.

» Après un certain temps, il se dépose une poudre cristalline qui est recueillie sur un filtre, lavée à l'eau distillée, à l'alcool, puis à l'éther, enfin séchée.

» L'analyse nous ayant démontré la présence du graphite, pour séparer cette variété de carbone, nous avons traité la poudre cristalline par le bromoforme, puis nous l'avons de nouveau lavée à l'éther et séchée.

» Les cristaux nous ont donné à l'analyse : cuivre 80,55 et phosphore 18,40.

» Ce phosphure étant relativement facile à isoler, nous avons pensé à rechercher s'il n'existait pas dans le phosphure du commerce.

» Le phosphure mis en expérience contenait :

	I.	II.
Cuivre..................	87,77	88,25
Phosphore..............	10,65	10,69
Silice..................	65	59
Fer.....................	34	37

» Nous l'avons soumis à l'électrolyse en employant le même dispositif que précédemment.

(¹) La partie insoluble est formée de graphite.

» Les cristaux recueillis ont fourni à l'analyse :

	I.	II.	Théorie pour Cu^2P.
Cuivre	80,53	79,12	80,38
Phosphore...............	18,62	19,03	19,62

» Ces cristaux sont identiques à ceux que nous avons obtenus en partant du phosphate de cuivre et du charbon; ils renferment une petite quantité de siliciure de fer.

» Cette poudre cristalline est peu métallique, et il est très difficile de caractériser les cristaux; on distingue cependant quelques prismes à contours très nets.

» Sa composition correspond à la formule Cu^2P.

» Ce composé avait été précédemment étudié par Schrötter (¹) et Hwosleff (²) qui le préparaient en faisant agir des vapeurs de phosphore sur le cuivre à la température du rouge faible; Casoria (³) obtint, plus tard, le même composé en chauffant du phosphore avec de l'eau et faisant passer les vapeurs dans une solution soit de chlorure cuivreux, soit d'azotate cuivrique; le produit obtenu se présentait sous l'aspect d'une poudre noire qui, à chaud, fond en globules métalliques rougeâtres à l'abri de l'air.

» Plus récemment M. Granger (⁴), dans une étude importante des phosphures métalliques, a repris les expériences de Schrötter et Hwosleff en apportant des modifications au mode opératoire.

» Le corps qu'il a obtenu est gris, à cassure cristalline, doué de l'éclat métallique; il est très altérable par la chaleur; chauffé, il se décompose en perdant du phosphore; au rouge vif, il se décompose en un phosphure Cu^3P; l'air humide l'altère; chauffé au contact de l'air, il s'oxyde; les oxydants l'attaquent rapidement.

» *Propriétés du composé* Cu^2P. — Sa densité est de 6,4. Chauffé dans un courant d'hydrogène à la température de 1000°, ce phosphure perd une petite quantité de phosphore, il prend alors l'aspect d'une poudre gris fer.

» Le fluor l'attaque à la température ordinaire avec incandescence; il se dégage du fluorure de phosphore et il se forme du fluorure cuivrique fondu blanc, identique, comme aspect, au fluorure cuivrique fondu préparé par M. Poulenc (⁵).

(¹) SCHRÖTTER, *Sitzungsberichte der Akad. d. Wissenschaften in Wien*, t. II, p. 304.

(²) HWOSLEFF, *Liebigs Annalen*, t. C, p. 100.

(³) CASORIA, *Berichte der d. chem. Gesellschaft*, t. XXIV, p. 144.

(⁴) GRANGER, *Comptes rendus*, t. CXIII, p. 1041. — *Bulletin de la Société chim. de Paris*, 3e série, t. CXI et CXVII, p. 231.

(⁵) C. POULENC, *Ann. de Phys. et de Chim.*, 7e série, t. II.

» Avec le chlore, le brome et l'iode à froid pas de réaction apparente; à chaud l'iode l'attaque, sans incandescence, au-dessous du rouge sombre, en donnant de l'iodure de phosphore et un phosphure.

» Chauffé légèrement dans l'oxygène, il s'oxyde. A la température de fusion du soufre, il y a une réaction avec incandescence et formation de sulfure de cuivre.

» Les acides l'attaquent difficilement à froid, sauf l'acide nitrique. A chaud, il est entièrement soluble dans l'acide nitrique, l'eau régale et l'acide fluorhydrique mélangé d'acide azotique; l'acide chlorhydrique l'attaque lentement. Il en est de même pour l'acide sulfurique qui fournit un dégagement d'acide sulfureux et un dépôt de soufre. L'acide acétique et l'acide fluorhydrique ne l'attaquent ni à froid, ni à chaud.

» *Conclusions.* — En résumé, on peut obtenir, par la réduction du phosphate de cuivre par le charbon au four électrique, un phosphure de cuivre cristallisé de formule Cu^2P. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur les propriétés thermiques de la chaux préparée à différentes températures.* Note de M. **Henri Gautier**, présentée par M. H. Moissan [1].

« La vitesse d'hydratation de la chaux vive varie considérablement avec les conditions de température dans lesquelles elle a été obtenue. Tandis que, préparée à 1000° et projetée dans une grande masse d'eau, elle produit au contact de ce liquide un léger bruissement avec vaporisation d'une petite quantité d'eau à la surface, elle se dissout sans bruit si elle a été obtenue à 1300° et n'est plus attaquée qu'avec une extrême lenteur si elle a été fondue au four électrique, à tel point que M. Moissan a pu prendre sa densité au contact de l'eau [2] et arriver ainsi sensiblement au même nombre qu'en employant l'essence de térébenthine comme intermédiaire.

» Il était intéressant de rechercher si ces différences dans la vitesse d'hydratation n'étaient pas dues à une différence dans l'état moléculaire de la chaux obtenue à diverses températures, différences qui devraient se traduire par une variation de la chaleur dégagée au moment de la dissolution de la chaux soit dans l'eau pure soit dans l'eau acidulée.

» Toutes les expériences qui suivent ont été effectuées sur de la chaux pure, obtenue par calcination de fragments de spath d'Islande tout à fait

(1) Laboratoire des Hautes Études de M. Moissan.

(2) Moissan, *Le four électrique*, p. 32.

incolores. Ce spath ne renfermait ni fer, ni silice, ni alumine et sa pureté a, de plus, été vérifiée par la diminution de poids qu'il éprouve à la calcination.

» Au moyen de ce spath on a préparé quatre échantillons de chaux à des températures différentes. D'abord vers 1000°, en les calcinant dans un moufle chauffé de telle sorte que l'argent puisse y fondre, tandis qu'une petite barre de cuivre y restait solide. Puis vers 1200° à 1300°, en chauffant le spath par petites quantités dans un creuset de platine, sur une lampe d'émailleur. Un troisième échantillon a été préparé en chauffant pendant vingt minutes, au chalumeau oxhydrique, des morceaux de spath préalablement calcinés au chalumeau ordinaire et disposés sur des fragments de chaux ou marbre.

» Le quatrième échantillon était de la chaux fondue au four électrique en opérant de la façon suivante : Au fond de la cavité ordinaire du four on a placé une certaine quantité de marbre blanc que l'on a soumis à l'action de l'arc; le spath d'Islande a été disposé sur ce lit de chaux fondue, on l'a fait fondre à son tour et l'on n'a employé, pour les expériences calorimétriques, que la partie de cette chaux fondue la plus éloignée de celle qui formait le fond primitif du four. Il était indispensable de s'assurer que cette chaux fondue ne renfermait ni carbure ni azoture de calcium susceptibles d'amener des variations notables dans la chaleur de dissolution de la chaux. Cette chaux fondue et pulvérisée a donc été mise en présence d'une petite quantité d'eau puis d'un peu d'acide chlorhydrique : il n'y a pas eu trace de dégagement gazeux et la solution traitée par le réactif de Nessler n'a pas donné la moindre coloration.

» En raison de la lenteur avec laquelle s'hydrate la chaux fondue, la détermination directe de la chaleur d'hydratation de la chaux ne peut être obtenue facilement dans une expérience calorimétrique et nous avons préféré déterminer la chaleur de dissolution des quatre échantillons dans de l'acide chlorhydrique étendu de même concentration pour chacun d'eux.

» L'acide à 1 molécule dans 2^{lit} que l'on emploie généralement dans ces expériences calorimétriques étant un peu trop étendu pour dissoudre en cinq à six minutes la chaux ondue, nous avons adopté dans ces expériences de l'acide renfermant 50^{gr} d'acide réel dans un litre d'eau. Cet acide est un peu concentré pour la chaux cuite à 1000°, car au moment où on la projette dans le liquide il se produit une légère vaporisation d'eau qui amènerait une cause d'erreur, mais la difficulté est facile à tourner. Il suffit d'enfermer la chaux dans un petit tube de platine comme celui décrit par M. Moissan [1] dans ses recherches sur la calorimétrie du calcium; la chaux est immédiatement entraînée au fond du calorimètre, il n'y a plus à craindre de perte de chaleur par vaporisation et l'attaque se fait très régulièrement.

» Toutes ces expériences ont été effectuées au moyen du calorimètre et par les méthodes de M. Berthelot. Le calorimètre était rempli de 500^{cc} d'acide chlorhydrique dilué, la chaux était employée sous un poids d'environ 2^{gr} et sa pureté était constatée

---

(1) Moissan, *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 385.

à chaque expérience par un essai acidimétrique du liquide restant dans le calorimètre. Nous avons ainsi obtenu les résultats suivants :

	I.	II.	III.	Moyennes.
	Cal	Cal	Cal	Cal
Chaux cuite à 1000°.....	46,58	46,44	46,40	46,47
» » 1200.....	46,32	46,40	46,48	46,40
» » 2000.....	46,60	46,40	46,52	46,51
» fondue.........	46,54	46,58	46,50	46,54

» Les valeurs absolues de chacun de ces chiffres doivent être diminuées de $0^{Cal},36$ d'après les Tables de M. Berthelot pour tenir compte de la concentration de l'acide, mais il n'en reste pas moins établi que la chaleur de formation de la chaux à partir de ses éléments est la même, que l'on considère la chaux telle qu'elle est obtenue à 1000°, fondue ou aux températures intermédiaires. C'est là un fait qui peut être rapproché de celui qui a été cité par M. Berthelot (¹) pour la chaleur de formation de la magnésie qui est la même, que cet oxyde soit obtenu à 440° ou au rouge vif. »

OPTIQUE. — *Actino-photomètre fondé sur des relations entre l'éclat du sulfure de zinc phosphorescent et l'intensité ou la nature des sources excitatrices* (²). Note de M. **Charles Henry**.

« Un bon actinomètre pour la Photographie doit : 1° mesurer toutes les radiations qui réduisent le gélatinobromure d'argent, et celles-là seulement; 2° donner des indications aussi parallèles que possible à celles de la plaque photographique.

» Ces deux conditions sont remarquablement remplies par mon sulfure de zinc phosphorescent : 1° il est excité par toutes les radiations qui réduisent le gélatinobromure; 2° à un éclairage donné, pour des durées très faibles d'exposition, il ne s'illumine pas; aux éclairages très forts, de même que les négatifs deviennent des positifs, il diminue d'éclat. J'ai constaté en 1895 que, à des distances inférieures à 7^{cm} du ruban de magnésium, le sulfure ne se sature plus. Il faut rapprocher de ce fait les observations récentes de Gustave Le Bon sur l'illumination du sulfure de zinc, plus grande à l'ombre qu'au soleil. La cause de ces phénomènes est sans doute l'absorption assez rapide des rayons obscurs extincteurs, par les particules de charbon (la magnésie est aussi très absorbante) en suspension dans l'atmosphère. Ce qui confirme encore cette interprétation est l'impossibilité d'avoir, d'une série d'expériences à l'autre, des

(¹) Berthelot, *Thermochimie*, t. II, p. 257.

(²) Travail du laboratoire de Physiologie des sensations, à la Sorbonne.

résultats suffisamment concordants, quand l'on veut relier l'éclat du sulfure à la quantité de lumière émise par le magnésium. D'ailleurs la relation entre l'éclat du sulfure i et l'éclairement du magnésium J paraît devoir être de la forme $i = \frac{b J^{f(i)}}{c + J^m}$ (b, c, m constantes) qui ne se prête pas au calcul.

» L'actino-photomètre que j'ai fait construire par M. Léon Gaumont consiste essentiellement en une série d'écrans circulaires mi-translucides, mi-phosphorescents; après exposition du sulfure à la source étudiée, on introduit l'écran au bout d'un tube et on l'emboîte en face d'un verre dépoli que l'on peut rendre plus ou moins lumineux par l'addition de verres absorbants et qui est éclairé par une bougie placée dans l'axe d'une lanterne cylindrique. Connaissant les temps différents au bout desquels l'écran de sulfure atteint un certain éclat mesuré par l'écran translucide, il suffit de prendre, sur la courbe de déperdition normale du sulfure de zinc (¹), les ordonnées correspondant à ces temps : les éclats varient en raison inverse de ces ordonnées.

» Ayant exposé l'écran phosphorescent à des distances différentes d'une lampe à arc à courants continus de 160 carcels, nous avons cherché les temps nécessaires à la saturation du sulfure pour ces divers éclairements, dans les limites de 2 à 50 carcels-mètre. Ces temps $\mathfrak{T}$ en secondes sont reliés à l'éclairement $\mathfrak{I}$ en carcels-mètre par la relation très simple $\mathfrak{T} = \frac{K}{\mathfrak{I}^{\frac{1}{2}}}$ ($K = 120$). Cette relation ne se vérifierait plus évidemment aux intensités très fortes; mais, dans ce cas, elle est inutile. Supposons qu'on expose à l'éclairement du ciel qu'il s'agit de mesurer les écrans tous à la fois et pendant des temps différents et qu'on en mesure les éclats, il est aisé de préciser le temps nécessaire et suffisant à la saturation et d'en tirer $\mathfrak{I}$. Si l'on connaît, pour une certaine marque de plaques photographiques, le nombre de bougies-mètre-secondes ou de phots nécessaire pour amener le négatif à la période de représentation correcte (²), période caractérisée par ceci que les opacités (facilement mesurables à l'actino-photomètre) sont proportionnelles aux illuminations, on déduit facilement de $\mathfrak{I}$ le temps de pose nécessaire.

» Nous avons cherché la relation qui existe entre les éclats i du sulfure et les durées t d'illumination par la source précitée. Ces éclats, dans les limites de 1 à 10 carcels-mètre et pour des durées supérieures à dix secondes, sont bien représentés par l'équation $i = \frac{K}{(\mathfrak{T} - t)^2}$ ($K = 25400$, i étant des nombres proportionnels aux ordonnées de la courbe, $\mathfrak{T}$ étant les temps nécessaires à la saturation).

(¹) *Comptes rendus*, 10 octobre, 24 octobre, 14 novembre 1892; 16 janvier 1893. *La Lumière électrique*, 1893.

(²) Hurter et Driffield, *Journal of the Soc. of chem. Industry*, 31 mai 1890.

» L'actino-photomètre peut encore donner des renseignements précieux sur la nature des sources excitatrices.

» M. J.-R. Mourelo (*Comptes rendus*, 27 février 1899) fait observer que le sulfure de strontium diminue d'impressionnabilité après expositions successives au soleil [1]. C'est là un fait que nous avons constaté depuis longtemps général pour le sulfure de zinc quand, redevenu obscur, il est exposé, à de courts intervalles de temps, à des sources discontinues ou inconstantes; très considérable quand ce sulfure est exposé plusieurs fois de suite à une lampe à arc à courants alternatifs, moins accusée avec la lampe à arc à courants continus, la diminution de l'éclat de saturation se vérifie encore avec la lumière diffuse; elle est presque nulle avec le ruban de magnésium. La loi de déperdition lumineuse est également plus rapide quand, dans les premiers instants de son émission, le sulfure est réexcité une ou plusieurs fois de suite. Par exemple, si, après exposition à la lumière diffuse, on applique sur un écran de sulfure de zinc une cache métallique, et qu'on excite au ruban de magnésium la portion découverte, celle-ci, qui, dans les premiers instants après l'illumination, est plus lumineuse, devient bientôt moins lumineuse que la partie réservée. Le fait ne se produit pas quand on intervertit l'ordre des sources excitatrices, sans doute à cause de la moindre proportion de rayons extincteurs que présente la lumière diffuse. Si l'on opère avec la même source (lumière diffuse ou magnésium), la différence, plus ou moins grande au début entre les deux portions de l'écran, tend à diminuer avec le temps et même à se renverser, pour l'excitation au magnésium, comme dans le cas précédent, quand les illuminations se succèdent à court intervalle.

» Si l'on interpose, entre une source excitatrice et un écran au sulfure de zinc, une cuve de sulfure de carbone, le sulfure est moins lumineux que si l'on interpose une cuve d'alun, ce qui prouve que le sulfure de carbone absorbe plus de radiations que l'alun, contrairement à la supposition qui sert de principe à la mesure du rendement optique des foyers lumineux par la pile thermo-électrique.

» Si, après l'égalisation des intensités au photomètre Foucault, on place devant chacune des deux plages de l'écran de ce photomètre un écran de sulfure saturé, derrière une cuve au bichromate, à des distances suffisantes pour éliminer l'influence des rayons infra-rouges extincteurs, on a un moyen très rapide de comparer, par les différences d'extinction, la richesse relative des deux sources en radiations éclairantes. »

---

[1] M. Mourelo interprète l'illumination du sulfure de strontium à la chaleur, par une transformation de radiations calorifiques en radiations éclairantes : il n'y a là que des émissions plus rapides de luminescences résiduelles. Il interprète des faits d'illumination du sulfure de strontium par lui-même, en admettant une auto-excitabilité : ces phénomènes sont dus probablement à des traces de sulfure de calcium qui, étant violet, excite le sulfure de strontium.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la dextrine considérée comme matière de réserve*. Note de M. **Leclerc du Sablon**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Les matières de réserves proprement dites sont celles qui se trouvent accumulées dans les organes de réserve à l'état de vie ralentie. Dans les tubercules de pomme de terre, et un assez grand nombre d'autres organes de réserve, l'amidon est la principale, quelquefois même la seule substance hydrocarbonée que l'on observe en quantité notable pendant la vie ralentie. De plus, l'amidon étant à l'état de grains est plus facile à observer que la dextrine qui est dissoute dans le suc cellulaire. Pour ces raisons, la dextrine est considérée, par les physiologistes, non comme une substance de réserve, mais seulement comme un composé transitoire produit pendant la consommation des réserves par l'action des diastases sur l'amidon. L'étude de certaines plantes m'a amené à modifier cette conception du rôle de la dextrine.

» Un bulbe de jacinthe, par exemple, considéré à un état quelconque de son développement, renferme toujours une certaine quantité de dextrine et d'amidon, comme le montre le Tableau suivant qui indique les proportions de dextrine et d'amidon rapportées à 100 parties de matière sèche.

	Dextrine pour 100.	Amidon pour 100.
18 janvier	18	5
27 mars	22	16
27 mai	26	29
11 novembre	21	26
10 février	15	4

» En janvier et mars, le bulbe est en voie de formation; en mai, le bulbe entre en voie de vie ralentie; en novembre, la consommation des réserves est déjà commencée. L'amidon passe par un maximum au moment de la vie ralentie et se conduit ainsi très nettement comme une substance de réserve. La dextrine est en quantité plus considérable que l'amidon pendant la formation du bulbe; on peut admettre, en suivant l'opinion classique, que la dextrine sert alors à former l'amidon qui s'emmagasine; de même, pendant que le bulbe est consommé, de novembre en février, on peut dire que la dextrine qui s'y trouve provient de la digestion de l'amidon. Mais alors,

au mois de mai, lorsque le bulbe entre à l'état de repos, on devrait s'attendre à voir la dextrine disparaître ou tout au moins passer par un minimum; on constate au contraire l'existence d'un maximum. La dextrine existe donc dans les bulbes de jacinthe à l'état de réserve au même titre que l'amidon, mais c'est une réserve moins différenciée.

» D'autres plantes peuvent se prêter à la même démonstration. Les bulbes de tulipe à l'état de vie ralentie renferment 14 pour 100 de dextrine, ceux du lis en contiennent 18 pour 100. Dans ces plantes, comme dans la jacinthe, la dextrine se trouve mêlée à l'amidon. Il n'en est pas de même dans l'asphodèle où il n'y a pas d'amidon mais seulement de la dextrine et du sucre; les tubercules à l'état de repos renferment de 15 à 20 pour 100 de dextrine et quelquefois plus. Dans ce cas on ne peut pas dire que cette matière soit un produit de la digestion de l'amidon; c'est au contraire la forme la plus différenciée de la réserve hydrocarbonée.

» D'autre part, les travaux de MM. Dieck et Tollens sur le topinambour ont montré que l'inuline, substance absolument comparable à la dextrine mais déviant à gauche le plan de polarisation, jouait dans les plantes qui renferment de l'inuline le même rôle que la dextrine dans les plantes qui contiennent de l'amidon. Ainsi, dans les tubercules de topinambour ou de dahlia, la lévuline se trouve, soit à l'état de matière de réserve, soit à l'état de produit de la digestion de l'inuline.

» En somme, la dextrine peut être envisagée comme jouant dans les plantes plusieurs rôles différents : 1° dans les organes de réserve en voie de formation, c'est une substance servant à former l'amidon; 2° pendant que les réserves sont digérées, c'est un produit de la décomposition de l'amidon; 3° pendant la période de vie ralentie, c'est une réserve proprement dite que l'on peut considérer comme indépendante de l'amidon. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur quelques particularités anatomiques nouvelles dans les graines grasses* (*cotylédons et endosperme*). Note de M. **Edouard Heckel**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Dans le cours de mes recherches sur les graines grasses inconnues ou peu connues de nos Colonies françaises, j'ai pu relever quelques particularités anatomiques nouvelles, qui m'ont paru présenter un intérêt de nouveauté et mériter partant d'être signalées. Le fait le plus intéressant est

fourni par la présence de *poches sécrétrices* dans les cotylédons, la gemmule et la tigelle de la *Pongamia glabra* Ventenat.

» Les graines réniformes et bombées sont pourvues de deux cotylédons gras qui présentent, en coupe transversale (perpendiculaire au grand axe de la graine), sur le fond jaunâtre de la masse cotylédonaire et visibles à l'œil nu, d'assez fortes ponctuations remarquables par leur coloration jaune plus foncée. Les plus gros de ces organes sont rassemblés en une ligne le long des bords cotylédonaires, peu au-dessous de l'épiderme; à mesure qu'on s'avance vers la partie centrale ces ponctuations deviennent plus petites, mais elles sont toujours nombreuses. A l'examen microscopique d'une coupe, on trouve des cellules à parois assez épaisses, contenant beaucoup d'amidon à petits grains sphériques ou ovalaires avec hile ponctiforme. Accolées aux parois internes, on voit des sphérules ou des traînées d'huile contenant de l'aleurone avec petits cristaux. Quelques-unes des cellules de ce parenchyme, plus petites que les autres, allongées et étroites, renferment avec de l'amidon et de l'huile, de gros cristaux d'oxalate de chaux revêtant des formes diverses. Tantôt ils sont en prismes isolés ou terminés par d'autres prismes perpendiculaires aux premiers, transversaux et plus courts; ils vont, comme un étai, de la paroi la plus étroite de la cellule à celle de même dimension qui lui fait face et remplissent presque entièrement la cellule; tantôt ce sont de petites macles, tantôt enfin des prismes plus courts occupant seulement une partie restreinte de la cellule. La même disposition se retrouve dans la gemmule et la tigelle.

» C'est dans la masse de ce parenchyme gras que se trouvent, très rapprochées les unes des autres (dans les cotylédons surtout), les *poches sécrétrices à contenu huileux*. Grandes ou petites, à coupe circonférencielle ou ovalaire, et se fondant quelquefois deux à deux pour en former une plus grande, ces poches sont bordées de cellules aplaties très différentes de leurs voisines dans le parenchyme, quelquefois prolongées en papille dans l'intérieur de la poche et portant souvent trace sur leurs bords de débris de parois cellulaires qui indiquent leur origine léissogène. Ces poches ne renferment pas d'amidon comme les cellules du parenchyme, elles sont remplies uniquement par une masse homogène et jaune d'huile fixe liquide semblable à celle qui est contenue dans les cellules du parenchyme cotylédonaire.

» Ces organes n'ont jamais été signalés jusqu'ici, à ma connaissance, dans les graines des Légumineuses : on les a constatés dans l'embryon des *Diptérocarpées* et des *Guttifères*, mais là, leur contenu est d'une structure tout autre et plus complexe. Ici, ce sont de véritables citernes à huile fixe.

» En dehors de ces faits, je dois encore signaler la présence, dans un certain nombre d'endospermes gras (à huiles concrètes) propres à des graines de familles très différentes (*Myristicacées, Bixacées*), de *cellules à bandes réticulées* rappelant la condition de celles de l'assise mécanique des

anthères ou mieux encore de celles du thalle de *Marchantia polymorpha*. J'ai jusqu'ici relevé leur existence dans l'*Ochocoa Gaboni* Pierre (*Scyphocephalium Ochocoa* Warburg), la *Virola Micheli* Heckel (1), enfin l'*Hydnocarpus anthelmintica* Pierre. Les deux premières espèces sont des Myristicacées du Gabon (*Ochocoa Gaboni*) et de la Guyane française (*Virola Micheli*), la dernière est une Bixacée de la Cochinchine française.

» Dans ces diverses graines, les cellules à bandes réticulées forment un réseau complet plus ou moins anastomosé mais entourant la cellule entière. Dans l'*Ochocoa Gaboni,* ces cellules semblent localisées à la périphérie de l'endosperme blanc de consistance stéarique; les bandes sont larges, en petit nombre et peu divisées, mais très lignifiées. Dans l'*Hydnocarpus anthelmintica,* elles occupent tout l'endosperme et sont pourvues de bandes plus étroites, mais peu divisées; enfin, dans la *Virola Micheli* elles forment également la totalité de l'endosperme et sont à bandes très fines, très nombreuses, très divisées, s'anastomosant les unes dans les autres. Cette condition anatomique est propre à certaines espèces et ne se retrouve pas du tout dans d'autres espèces très voisines de celles qui la présentent : c'est ainsi que je ne l'ai pas constatée dans l'*Hydnocarpus Wightiana* Blume, de l'Inde, et qu'elle n'existe pas non plus dans la *Virola sebifera* Aublet, plante très rapprochée spécifiquement et géographiquement de la *Virola Micheli* qui vit à ses côtés dans les mêmes régions (Saint-Laurent-du-Maroni) de notre Guyane.

» Il faut encore remarquer que, dans les endospermes pourvus de cellules réticulées, je n'ai trouvé jamais, dans la même cellule, simultanément, de l'amidon et des corps gras solides ou liquides *quand la graine est arrivée à maturité,* comme cela se produit dans un grand nombre de graines grasses exotiques qui renferment en même temps ces deux formes des réserves hydrocarbonées. Cependant, avant la maturité de la graine, j'ai trouvé de l'amidon dans les cellules qui doivent devenir réticulées, mais il disparaît de bonne heure à mesure que les bandes lignifiées se forment. Le même fait, du reste, a été observé dans la genèse des assises mécaniques de l'anthère depuis longtemps. »

---

(1) Cette espèce nouvelle est décrite dans le fascicule sous presse des *Annales de l'Institut colonial de Marseille,* 1899, consacré à mes *Recherches sur les graines grasses nouvelles ou peu connues des Colonies françaises.*

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur un halo extraordinaire observé, à Paris, le 5 avril 1899.* Note de M. **Joseph Jaubert**, présentée par M. J. Violle.

« Dans la matinée du 5 avril, un halo tout à fait exceptionnel par sa complexité et par l'éclat de ses colorations a été visible à Paris. A l'observatoire municipal de Montsouris, ce phénomène a pu être observé d'une façon complète par nos collaborateurs MM. Besson et Dutheil, qui ont assisté au début de l'apparition et en ont noté avec soin les phases successives. Il paraîtra, sans doute, intéressant de rapporter cette observation avec quelque détail.

» $10^h 50^m$. — La partie supérieure du cercle de 22° et son arc tangent apparaissent avec une grande vivacité de couleurs dans l'extrémité d'une bande de cirrus qui, venue de la région nord, s'allonge progressivement vers le sud en passant par le zénith.

» Quelques minutes après, le cercle de 22° est complet. L'arc tangent inférieur est également visible.

» $11^h 13^m$. — Le parhélie de droite apparaît, puis la partie occidentale du cercle parhélique se dessine brusquement, comme tracée d'un coup de pinceau rapide. Elle est d'un blanc très pur et bien limitée en largeur.

» Les cirrus s'étendent et forment une nappe composée d'un grand nombre de bandes parallèles; certaines d'entre elles paraissent plus propres que les autres à donner le cercle parhélique. En se déplaçant, elles donnent naissance à divers fragments de ce cercle.

» Le parhélie de gauche se montre. Les deux parhélies sont souvent visibles simultanément, accompagnés du halo de 22° et du halo circonscrit; leur éclat est très variable.

» $11^h 30^m$. — On voit, pendant quelques instants, confusément, mais avec certitude, un arc coloré à 45° du Soleil, non loin du zénith.

» Il est à remarquer que c'est là que le halo de 45° serait touché par l'*arc supralatéral* qui a été prévu par Bravais, mais ne semble pas avoir été observé.

» $11^h 45^m$. — Une sorte de parhélie vivement coloré et surmonté d'une houppe de lumière blanche brille un moment au sommet du cercle de 22°.

» 12^h. — Le cercle parhélique se montre subitement dans sa totalité. Le halo de 22° et le halo circonscrit sont complets et brillants. Les parhélies sont très vivement colorés.

» L'ensemble du phénomène constitue un spectacle d'une grande beauté. Le ciel est alors en majeure partie couvert d'un cirro-stratus presque uniforme.

» $12^h 10^m$. — L'arc infralatéral gauche, qui avait été déjà vaguement soupçonné entre 11^h et 12^h, apparaît nettement, bien que beaucoup plus pâle que les autres courbes lumineuses visibles.

» $12^h 30^m$. — Après une éclipse partielle d'assez longue durée, le cercle parhélique se montre de nouveau au complet; il est d'un blanc particulièrement éclatant dans ses parties nord et surtout ouest. Dans cette dernière région, le blanc semble bordé des deux côtés d'un liséré roux.

» Pendant quelques instants, l'anthélie et les deux paranthélies sont visibles sous la forme de pelottes arrondies sans contours nets. Le cercle parhélique présente de plus un autre nœud de lumière blanche à une faible distance du vertical de l'ouest en allant vers le nord.

» Il y a lieu de penser que ce parhélie appartenait à la classe de ceux qui peuvent se montrer, d'après Bravais, à 98° du Soleil. A ce moment-là, toute la partie nord du ciel était pure. Le cercle parhélique se formait dans l'extrémité postérieure de la nappe de cirrus, composée de filaments très courts et assez espacés, reliés sans doute entre eux par un voile invisible.

» Quelques minutes après, ces nuages s'étant éloignés vers le sud, les phénomènes optiques prirent fin.

» Dans l'après-midi du même jour, à 4^h, on a observé l'arc circumzénithal, sans accompagnement de halos proprement dits, ni de parhélies.

» En ce qui concerne le halo complexe de la matinée, les circonstances météorologiques étaient les suivantes :

» A 12^h, baromètre réduit au niveau de la mer, $771^{mm},6$, en hausse de $2^{mm},4$ sur la veille. Température, 14°,8. Vent nord-nord-ouest : vitesse, $4^m,7$.

» A $11^h 20$, une mesure, faite à la chambre noire néphoscopique, a donné pour les cirrus : direction nord 40° ouest. Rapport de la hauteur en mètres à la vitesse en mètres par seconde : 180, nombre fort petit pour des nuages de cette nature, ce qui implique une vitesse très grande ou une hauteur exceptionnellement faible. Les filaments constitutifs étaient orientés nord 17° ouest.

» La hauteur du Soleil à son passage au méridien, c'est-à-dire à $12^h 3^m$, était de 47°15. »

La séance est levée à 4 heures un quart.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 4 AVRIL 1899.

L'esprit scientifique contemporain, par le Dr FOVEAU DE COURMELLES. Paris, Eugène Fasquelle, 1899; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

La Drôme aux anciennes Académies et à l'Institut de France : Alexis Fontaine des Bertins, Membre de l'Académie royale de Paris, 1704-1771, par ÉTIENNE MELLIER; s. l. n. d., 1 br. in-4°. (Hommage de l'Auteur.)

Théorie de la sexualité, par P.-A. DANGEARD. (Extr. de la publication *Le Botaniste.*) Poitiers, s. d.; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Cosmogonie dualiste, par AD. ALHAIZA. Chez l'Auteur, à Montreuil-sous-Bois (Seine); 1 br. in-18. (Hommage de l'Auteur.)

Mesures de la polarisation rotatoire de l'oxygène et d'autres gaz, dans diverses parties du spectre visible, par L.-H. SIERTSEMA. Haarlem, John Enschedé and sons, s. d.; 1 fasc. in-8°.

Autobiographie de Cyrille Tsviétkovitch, publié par DIMITRI ROUVARATZ. Belgrade, 1898; 1 vol. in-8° (en serbe.)

On the laws of movement of sea-currents and rivers, by A.-W. CRONANDER. Norrköping, 1898; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'Auteur.)

A manual of the Geology of India : Economic Geology, by the late professor V. BALL. Second edition. Part I : *Corundum,* by T.-H. HOLLAND. Calcutta, 1898; 1 br. in-4°.

Dr J. VERSCHAFFELT : *Measurements on the system of isothermal lines near the plaitpoint.* Eduard Ijdo, Leiden, s, d.; 1 fasc. in-8°.

Dr L.-H. SIERTSEMA : *Measurements on the magnetic rotatory dispersion of gases.* Eduard Ijdo, Leiden, s. d.; 1 fasc. in-8°.

The nautical Almanac and astronomical ephemeris for the year 1902, *for the meridian of the royal observatory at Greenwich.* Edinburg, Neill and C°; 1 vol. in-8°.

Annual report of the Board of Regents of the Smithsonian Institution, schowing the operations, expenditures and condition of the Institution, to July 1896. Washington, 1898; 1 vol. in-8°.

Anatomie. Physiologie. Zoologie. Geschichte der Medizin und verwandte Wissenschaften. Berlin, Speyer und Peters, s. d.; 1 fasc. in-8°.

Catalogo di antiche e rare edizioni. Lucca, Giuseppe Martini, 1899; 1 fasc. in-8°.

Rendiconti del Circolo matematico di Palermo. Tomo XIII, anno 1899, fasc. I e II. Palermo, tipografia matematica; 1 br. in-8°.

El Instructor, publicacion mensual, scientifica, literaria y de agricultura. Año XV, n° 9, enero de 1899. Aguascalientes, Ricardo Rodriguez Romo; 1 fasc. in-4°.

Technology quarterly and proceedings of the Society of Arts. Vol. XI, n° 4, December 1898. Boston, Massachusetts Institute of Technology; 1 fasc. in-8°.

Memoirs of the geological Survey of India : Paleontologia indica. Ser. XV : *Himalayan fossils,* vol. I, part. 3. *The permocarboniferous fauna of Chitichun;* n° 1, by Carl Diener. Calcutta, 1897; 1 fasc. petit in-f°.

Ouvrages reçus dans la séance du 10 avril 1899.

Cent vingt exercices de Chimie pratique, décrits d'après les textes originaux et les notes de laboratoire et choisis pour former des chimistes, par Armand Gautier, de l'Institut, et J. Albahary. Paris, Masson et Cie, 1899; 1 vol. in-16.

Hérédité d'un caractère acquis chez un Champignon pluricellulaire, par L. Errera. Bruxelles, Hayez, 1899; 1 fasc. in-8°.

Études géologiques sur la Belgique, par M. H. Forir. Liége, 1895-1898; 4 opuscules in-8°.

Notices bibliographiques, par H. Forir. V. Liége, H. Vaillant-Carmanne, 1895; 1 fasc. in-8°.

Comptes rendus des Sessions extraordinaires de la Société géologique de Belgique : du 3 au 6 septembre 1892, par MM. Mourlon, Lohest, Forir; du 5 au 8 septembre 1896, premières journées, par MM. Lohest et Forir; du 2 au 5 octobre 1897, par M. H. Forir; du 17 au 20 septembre 1898, par M. H. Forir.

Notions sommaires de Géologie à l'usage de l'explorateur au Congo, par Max Lohest. Bruxelles, P. Weissenbruch, 1897; 1 fasc. in-8°.

Études géologiques sur la Belgique et le Nord de la France, par M. Max Lohest. Liége-Bruxelles, 1885-96; 20 opuscules in-8°.

Perturbations of the Leonids, by G. Johnstone Stoney and A.-M.-W. Downing. From the *Proceedings* of the Royal Society, vol. LXIV.

Cuckoos and shrikes in their relation to agriculture : The food of cuckoos,

by F.-E.-L. BEAL. *The food of skrikes,* by SYLVESTER D. JUDD. Washington, 1898; 1 fasc. in-8°.

Lief zones and crop zones of the United States, by C. HART MERRIAM. Washington, 1898; 1 fasc. in-8°.

The geographic distribution of cereals in North America, by C.-S. PLUMB. Washington, 1898; 1 fasc. in-8°.

The chinch bug, its probable origin and diffusion, its habits and development... and preventive measures, ... by F.-M. WEBSTER. Washington, 1898; 1 fasc. in-8°.

Sheep scab, its nature and treatment, by D.-E. SALMON and CH. WARDELL STILES. Washington, 1898; 1 fasc. in-8°.

A digest of metabolism experiments, in which the balance of income and outgo was determined, by W.-O. ATWATER and C.-F. LANGWORTHY. Washington, 1897; 1 vol. in-8°.

Bibliography of the more important contributions to american economic entomology. Part VI, by NATHAN BANKS. Washington, 1898; 1 vol. in-8°.

Portugalia : Materiaes para o estudo do povo portuguez. Tomo I, fasc. 1°. Porto, Ricardo Severo, s. d.; 1 fasc. in-4°.

Science of man and australasian anthropological journal. Vol. II, n° 1. Sydney, 1899; 1 fasc. in-4°.

Académie royale de Belgique : Bulletin de la Classe des Lettres et des Sciences morales et politiques et de la Classe des Beaux-Arts. 1899, n°s 1 et 2. Bruxelles, Hayez, 1899; 2 fasc. in-8°.

Anales del Instituto y observatorio de Marina de San Fernando. Seccion 2ª : *Observationes meteorologicas y magneticas,* año 1897. San Fernando, 1898; 1 fasc. in-f°.



COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 AVRIL 1899,

PRÉSIDENCE DE M. VAN TIEGHEM.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les transformations des surfaces à courbure totale constante.* Note de M. **Gaston Darboux**.

« Dans deux Notes antérieures (p. 760 et 854 de ce Volume) j'ai établi par la Géométrie les propositions que M. Guichard a fait connaître relativement à la déformation des quadriques de révolution. Ces propositions conduisent naturellement à des méthodes de transformation des surfaces à courbure constante; il importe de savoir si ces méthodes sont réellement nouvelles ou si elles peuvent se rattacher à celles qui ont été données autrefois par MM. Bianchi et Bäcklund. Les démonstrations suivantes vont nous permettre de répondre très directement à cette question.

» Soit (Q) une quadrique de révolution; nous désignerons comme pré-

cédemment par A, A′, F, F′ les sommets et les foyers, réels ou imaginaires, situés sur l'axe de révolution, et nous désignerons aussi par $2a$ et $2c$ les longueurs AA′, FF′. Si (Θ) désigne une surface applicable sur (Q), on peut définir, nous l'avons vu, deux roulements distincts de (Q) sur (Θ). Pour un même point M de (Θ), les deux positions de (Q) relatives à ces deux roulements touchent l'une et l'autre en M la surface (Θ) et sont symétriques par rapport au plan tangent en ce point. Si donc F, F′ sont les positions des deux foyers de (Q) pour l'un de ces roulements, les positions de ces mêmes foyers relatives à l'autre roulement seront les symétriques f, f' de F, F′ par rapport au plan de contact en M; et, de plus, les droites $\mathrm{F}f'$, $\mathrm{F}'f$, égales l'une et l'autre à $2a$, se couperont en M et y feront des angles égaux avec le plan de contact. Rappelons que, d'après une démonstration déjà donnée, les différentes positions de l'une de ces droites, de $\mathrm{F}f'$ par exemple, seront normales aux surfaces (F), (f') décrites par les points F, f'. Nous savons également, d'après une proposition déjà rappelée, que si, par l'axe AA′ de révolution, on mène un plan isotrope (Π) la section du plan de contact en M par ce plan (Π) sera une droite aa' normale en a, a' aux deux surfaces (a), (a') décrites par les deux points a, a' où les génératrices rectilignes isotropes de (Q) situées dans le plan (Π) rencontrent le plan de contact. Le théorème de M. Guichard consiste en ceci : *les quatre surfaces* (a), (a'), (F), (f') *ont leur courbure moyenne constante et égale à* $\frac{1}{a}$. Voici comment on peut obtenir par un seul raisonnement l'ensemble de cette proposition.

» Envisageons le tétraèdre $aa'\mathrm{F}f'$; il est facile de démontrer que, dans la suite du roulement, *ce tétraèdre demeure invariable de forme*.

» En effet, nous avons vu déjà que les arêtes opposées $\overline{aa'}$ et $\overline{\mathrm{F}f'}$ sont, l'une et l'autre, constantes et égales à $2a$. D'autre part, la distance de tout point H de l'axe à la droite isotrope Aa étant égale à HA, on a

$$\overline{\mathrm{F}a} = \overline{\mathrm{AF}} = a - c \qquad \text{et de même} \qquad \overline{\mathrm{F}a'} = a + c.$$

» Pour raison de symétrie, on aura de même

$$\overline{a'f'} = a - c, \qquad \overline{af'} = a + c.$$

» Le tétraèdre proposé, ayant toutes ses arêtes constantes, est donc invariable de forme, comme nous l'avions annoncé. Mais il a beaucoup d'autres propriétés. D'abord, si l'on considère l'une quelconque de ses

faces, elle est formée avec trois arêtes dont les longueurs sont respectivement $a-c$, $a+c$, $2a$. L'une de ces arêtes étant égale à la somme des deux autres, *chacune des faces du tétraèdre est dans un plan isotrope*. J'ai, autrefois, dans mon enseignement, appelé l'attention sur les tétraèdres de cette nature qui sont circonscrits au cercle de l'infini et jouent le rôle le plus essentiel dans l'étude des propriétés métriques des figures. Mais le tétraèdre $aa'\mathrm{F}f'$ que nous rencontrons ici a encore une autre propriété. Comme ses arêtes opposées sont deux à deux égales, il est nécessairement de ceux qui sont formés avec quatre sommets non contigus d'un parallélépipède rectangle, deux arêtes opposées du tétraèdre étant deux diagonales non parallèles situées dans deux faces opposées de ce parallélépipède.

» Il suit de là que si l'on joint le milieu c de aa' au milieu γ de $\mathrm{F}f'$ la droite $c\gamma$ sera la perpendiculaire commune à aa' et à $\mathrm{F}f'$. Il est aisé de calculer par la géométrie élémentaire la distance $c\gamma$ et l'angle des droites aa', $\mathrm{F}f'$. On trouve ainsi

$$\overline{c\gamma}=bi, \qquad \cos\left(\widehat{aa',\mathrm{F}f'}\right)=\frac{c}{a},$$

b étant l'axe non focal de la quadrique (Q).

» Or, comme a, a' décrivent des surfaces normales à la droite aa', le point c, milieu de aa', décrit une surface (c) normale à la même droite; et, pour la même raison, le milieu γ décrit une surface (γ) normale à $\mathrm{F}f'$. La ligne $c\gamma$ étant perpendiculaire commune à aa' et $\mathrm{F}f'$, on voit que les surfaces (c), (γ) sont dans la relation suivante : 1° la droite $c\gamma$ qui joint les points correspondants est une tangente commune aux deux surfaces; 2° les points de contact de cette droite sont à une distance invariable bi; 3° les plans tangents en c et γ, qui se coupent suivant $c\gamma$, font entre eux un angle constant dont le cosinus est $\frac{c}{a}$. Donc, d'après un théorème de M. Bäcklund, démontré et généralisé au n° 812 de mes *Leçons*, *les deux surfaces ont, l'une et l'autre, leur courbure totale constante et égale à* $\frac{1}{a^2}$, et l'on passe de l'une à l'autre par l'une de ces transformations dont on doit la découverte à M. Bäcklund. On déduit immédiatement de là, en appliquant une remarque d'Ossian Bonnet, que les *surfaces* (a), (a'), (F), (f'), *respectivement parallèles aux deux précédentes, ont leur courbure moyenne constante et égale à* $\frac{1}{a}$, ce qui est le théorème de M. Guichard.

» La proposition que nous venons de rappeler de M. Bäcklund peut

d'ailleurs se mettre sous une forme qui conduit plus rapidement encore au résultat précédent. On peut l'énoncer comme il suit :

» *Lorsque deux droites invariablement liées l'une à l'autre peuvent se déplacer de manière à demeurer respectivement normales à deux surfaces distinctes en deux points qui demeurent, chacun à une distance invariable du pied de la perpendiculaire commune, les points où l'une quelconque d'entre elles* (d) *est coupée par les deux plans isotropes qui contiennent l'autre* (d') *décrivent des surfaces normales à la droite* (d), *la courbure* moyenne *de ces surfaces est constante et égale à* $\frac{i \sin\alpha}{\delta}$, α *désignant l'angle et* δ *la plus courte distance des deux droites. Les pieds de cette plus courte distance sur les deux droites décrivent des surfaces qui sont aussi respectivement normales aux deux droites et dont la courbure* totale *a pour valeur constante* $-\frac{\sin^2\alpha}{\delta^2}$.

» En appliquant la proposition mise sous cette forme au cas qui nous occupe, on voit immédiatement que les surfaces (F), (f'), (a), (a') décrites par les points F, f', a, a' ont leur courbure moyenne constante et égale à $\frac{1}{a}$, tandis que les points c, γ décrivent des surfaces (c), (γ) dont la courbure totale est égale à $\frac{1}{a^2}$.

» La démonstration précédente offre le grand avantage de montrer dans quelles relations sont les quatre surfaces à courbure totale constante qui figurent dans le théorème de M. Guichard. Aux surfaces (c), (γ) il faut, en effet, associer la surface (γ') décrite par le milieu γ' de F$'f$ et la surface (c') décrite par le milieu de la droite désignée précédemment par $a_1 a'_1$, droite qui se trouve dans le second plan isotrope (Π_1) passant par AA$'$. Les points γ, γ' sont dans le plan méridien de (Q) et en ligne droite avec son centre; les points c et c' sont symétriques par rapport à ce méridien.

» Le quadrilatère $\gamma c \gamma' c'$ est un losange gauche dont les quatre côtés ont pour longueur commune bi; deux faces consécutives de ce losange, $c\gamma c'$, $\gamma c' \gamma'$ par exemple, se coupent sous un angle constant dont le cosinus est $\frac{c}{a}$ et la tangente au méridien de (Q) qui passe en M est la perpendiculaire commune aux diagonales cc', $\gamma\gamma'$ de ce losange. Quand il se déplace en se déformant, chacun de ses sommets décrit une surface de courbure constante $\frac{1}{a^2}$ tangente aux deux côtés du losange qui se croisent en ce sommet. On passe de la surface décrite par l'un des sommets à la surface décrite

par le sommet contigu à l'aide d'une transformation de Bäcklund. Au reste, ce losange est un cas particulier d'un quadrilatère gauche ayant des propriétés analogues et décrit par M. Bianchi dans l'étude approfondie que nous lui devons de la transformation de Bäcklund.

» Les résultats que nous venons d'établir ont été obtenus en partant d'une quadrique de révolution (Q). Si l'on prend comme point de départ l'une des surfaces à courbure constante, (γ) par exemple, on est conduit au théorème suivant :

» *Étant donnée une surface* (γ) *à courbure totale constante, faisons-en dériver deux autres à courbure constante et égale,* (c), (c'), *par deux transformations de Bäcklund, différentes l'une de l'autre et assujetties à l'unique condition que les angles constants sous lesquels les plans tangents en* c *et* c' *à* (c) *et à* (c') *coupent le plan tangent en* γ *à* (γ) *soient égaux* et de sens contraires. *Ces plans tangents se couperont suivant une droite passant par* γ, *et il y aura évidemment sur cette droite un point* γ', *et un seul, tel que*

$$\gamma' c = \gamma' c' = \gamma c = \gamma c',$$

c'est-à-dire tel que le quadrilatère gauche $\gamma' c \gamma c'$ *soit un losange. Ce point* (γ') *décrira, lui aussi, une surface à courbure constante, de même courbure que les premières et tangente aussi aux deux côtés* $c\gamma'$, $c'\gamma'$ *du losange qui se croisent en* γ'. *On peut construire deux sphères, l'une* (S) *tangente en* γ, γ' *aux deux surfaces* (γ), (γ'), *l'autre* (S') *touchant en* c *et* c' *les deux surfaces* (c), (c'). *Ces sphères sont, par suite, tangentes l'une et l'autre aux côtés du losange. Leurs centres décrivent respectivement deux surfaces* (Θ), (Θ') *qui sont complémentaires et applicables sur la même quadrique de révolution* (Q). *L'axe non focal de* (Q) *est égal au côté du losange multiplié par* $2i$, *et son excentricité* $\frac{c}{a}$ *est le cosinus de l'angle constant sous lequel se coupent deux faces consécutives quelconques* $c\gamma c'$, $\gamma c' \gamma'$ *du losange.*

» La démonstration précédente ne résulte pas immédiatement de tout ce qui précède; mais on peut l'établir complètement, soit par l'Analyse, soit par la Géométrie. Voici la démonstration géométrique :

» La partie de l'énoncé relative à la surface (γ') résulte immédiatement, nous l'avons déjà remarqué, des propriétés de la transformation de Bäcklund signalées par M. Bianchi. Soient maintenant M, M' les centres des sphères (S), (S'). La ligne MM' est évidemment la plus courte distance des diagonales cc' et $\gamma\gamma'$ du losange. Le point M, qui est à l'intersection des nor-

males en γ, γ' aux surfaces (γ), (γ'), décrit la surface (Θ) dont le plan tangent contient à la fois MM', les deux normales en c, c' aux surfaces (c), (c') et bissecte par conséquent l'angle $\gamma M \gamma'$. De même la surface (Θ') décrite par le point M' a pour plan tangent le plan $\gamma M \gamma'$. Les plans tangents aux deux surfaces (Θ), (Θ') sont donc rectangulaires et se coupent suivant MM'. Il résulte de là que ces deux surfaces sont complémentaires, c'est-à-dire qu'elles constituent les deux nappes de la développée d'une troisième surface dont la normale serait MM'. Il reste à démontrer que l'une de ces surfaces, (Θ) par exemple, est applicable sur une quadrique de révolution (Q).

» A cet effet, construisons sur la figure tous les points que nous avions considérés précédemment : a, a', a_1, a'_1, F, f, F', f', placés respectivement sur les normales aux surfaces (c), (c'), (γ), (γ'), F, F' étant accouplés par la condition de se trouver dans les mêmes plans isotropes menés par les normales aux surfaces (c), (c'), et de même pour a, a'_1 ; a', a_1. Si l'on désigne par bi le côté du losange, c'est-à-dire la plus courte distance des normales en c et γ aux surfaces (c), (γ), et par $\frac{c}{a}$ le cosinus de l'angle que forment ces deux droites, on retrouvera, pour les distances mutuelles des points a, a', F, f, ..., les valeurs qui ont été données plus haut. En particulier, le tétraèdre $aa'\mathrm{F}f'$ aura pour faces des plans isotropes et la distance FF' sera égale à $2c$.

Considérons le cercle normal en c, c' aux surfaces (c), (c'). Comme, *sur ces surfaces, les lignes de courbure se correspondent,* ce cercle engendrera un système cyclique (n° 476 des *Leçons*) et, comme l'un des foyers de ce cercle est le milieu O de FF', comme FF' est l'intersection des plans isotropes tangents en c et en c' à ce cercle, il résulte de la proposition fondamentale relative aux systèmes cycliques (n°s 936 et suiv.) que *les points* O, F, F' *seront invariablement liés à une surface* (Q) *applicable sur* (Θ) *et roulant sur* (Θ). Cette surface (Q) étant le lieu du point M, dans le système mobile, sera donc décrite par le centre M d'une sphère (S) qui restera tangente à deux sphères fixes de rayon a ayant pour centres respectivement les points F, F'. Par suite, (Q) sera une quadrique de révolution admettant les points F, F' pour foyers et dont l'axe de révolution sera égal à $2a$. C'est le théorème qu'il s'agissait d'établir.

» Il me reste à montrer comment on peut vérifier par l'Analyse et traduire en formules les résultats que nous a fournis la Géométrie. »

THERMOCHIMIE. — *Nouvelles recherches sur les chaleurs de formation et de combustion de divers composés azotés et autres;* par MM. **Berthelot** et **G. André**.

« La publication de l'Ouvrage de M. Berthelot sur la chaleur animale [1] nous a conduits à déterminer les chaleurs de formation et de combustion d'un certain nombre de principes appartenant à l'économie animale et de corps azotés congénères, offrant de l'intérêt pour les théories chimiques et physiologiques. Ce sont ces résultats que nous allons exposer. Ils comprennent les composés suivants :

» 1. Cholestérine.

» 2 et 3. Nitriles glycollique et lactique.

» 4. Xanthine.

» 5. Paraphénylène-diamine.

» 6. Nicotine.

» 7. Pyrrol.

» 8. Carbazol.

» 9, 10, 11, 12. Série de l'indol : indol, scatol, méthylindol-α, oxindol.

» Chacun de ces produits a été purifié avec soin et analysé; puis nous en avons mesuré la chaleur de combustion à volume constant dans la bombe calorimétrique, par deux déterminations au moins et souvent davantage.

1. — Cholestérine : $C^{26}H^{44}O = 372$.

» La cholestérine joue, on le sait, un rôle important parmi les principes immédiats des organes biliaires et cérébraux : elle existe également dans les organismes végétaux. Nous avons dû procéder d'abord à la purification des échantillons que l'on trouve dans le commerce, malgré leur belle apparence. En effet, c'est une matière qui s'altère à la longue sous les influences de l'air et de la lumière; nous avons pu le constater sur un échantillon préparé il y a quarante ans par l'un de nous, dans un grand état de pureté, lors des recherches où il a constaté la fonction alcoolique de la cholestérine. Conservé depuis lors dans un flacon de collection, il se trouve aujourd'hui en

---

[1] Voir plus loin, à la Correspondance, page 975, la présentation de cet Ouvrage à l'Académie.

grande partie changé en une résine jaunâtre, beaucoup plus fusible. Pour purifier les échantillons que l'on trouve dans le commerce il ne suffit pas de les faire recristalliser dans l'alcool, cette opération n'éliminant ni les produits oxydés, ni les cendres. Pour y parvenir, nous avons fait digérer la matière avec cinq fois son poids de chaux éteinte et un peu d'eau, au bain-marie, pendant quinze heures; puis on a repris par l'éther, évaporé et fait recristalliser le produit dans l'alcool. On a répété ces opérations jusqu'à ce que l'analyse donnât des résultats corrects. Le point de fusion a été également vérifié.

» Deux combustions dans la bombe ont été opérées sur des poids de $1^{gr},0279$ et $1^{gr},0155$:

» *Chaleur de combustion à volume constant*, trouvée, à 11°5, pour 372^{gr} : $3835^{Cal},2$ et $3837^{Cal},7$; moyenne : $3836^{Cal},4$. D'où :

» *Chaleur de combustion à pression constante* : $+3843^{Cal}$.

» *Chaleur de formation par les éléments* : $+127^{Cal},9$.

» Comme contrôle, essayons de calculer la chaleur de combustion d'après les analogies, par exemple en partant de l'alcool benzylique, C^7H^8O. Cet alcool a pour chaleur de combustion $+895^{Cal},3$. Un alcool homologue, $C^{26}H^{46}O$, aurait pour chaleur de combustion, d'après la valeur homologue moyenne $+157,5$ trouvée par l'un de nous, la valeur $+2992,7$. Pour passer à un alcool qui en diffère par H^2 en moins, nous devons diminuer ce nombre, d'après les analogies tirées de la différence entre les alcools mentholique et campholique, tous deux cristallisés, de $42^{Cal},2$; d'après la différence entre les alcools propylique normal et allylique, tous deux liquides, on aurait 37,6. Prenons la moyenne 39,9. Enfin évaluons à une valeur S, probablement peu éloignée de 4, la chaleur de solidification de l'alcool benzylique, afin de le ramener au même état physique que la cholestérine, nous aurons en définitive pour la chaleur de combustion calculée de celle-ci :

$$2992,7+895,3-39,9-S=3848,1-S,$$

valeur qui ne s'écarte pas de 3843 trouvée, au delà des limites d'erreur.

2. — Nitrile glycollique : $C^2H^3AzO=57$.

» L'étude thermique des nitriles glycollique et lactique est très digne d'intérêt, si l'on observe que les dédoublements des principes albuminoïdes donnent naissance précisément à des nitriles congénères de ceux-là, et si l'on remarque en outre que l'hydratation des nitriles connus développe des quantités de chaleur considérables et susceptibles de jouer un rôle important dans les processus chimiques locaux, qui répondent aux phénomènes accomplis au sein de l'organisme animal.

» Le nitrile glycollique sur lequel nous avons opéré nous a été envoyé par M. L. Henry, professeur à l'Université de Louvain, que nous devons remercier ici de son obligeance. Il est liquide. Après analyse, nous l'avons brûlé dans la bombe calorimétrique.

» Deux combustions dans la bombe, opérées sur $1^{gr},0307$ et $1^{gr},4061$:

» *Chaleur de combustion à volume constant*, à 12°, pour 57^{gr} : 257,01 et 257,17; moyenne : $257^{Cal},1$. D'où :

» *Chaleur de combustion à pression constante* : + 257,0.

» *Chaleur de formation par les éléments* : + 36,1; corps dissous : + 36,0.

» *Chaleur de dissolution* du nitrile glycollique dans 55 parties d'eau à 9° : $-0^{Cal},11$.

» Le nitrile glycollique est susceptible de deux degrés d'hydratation : l'un fournissant la glycollamine (acide oxyacétamique), l'autre le glycollate d'ammoniaque.

» Examinons la chaleur dégagée par chacun de ces deux degrés :

» La chaleur de formation de la glycollamine cristallisée, $C^2H^5AzO^2$, est : + 126,2; à l'état dissous : + 122,5.

» La chaleur de formation de l'eau, H^2O, étant + 69,0, il en résulte pour la transformation du nitrile glycollique en glycollamine :

$$C^2H^3AzO \text{ liq.} + H^2O \text{ liq.} = C^2H^5AzO^2 \text{ crist.} : 126,2 - 105,1 = +19,1.$$

$$\text{Tous corps dissous} : 122,5 - 105,0 = +17,5.$$

» D'autre part, en admettant pour la chaleur de neutralisation de l'acide glycollique par l'ammoniaque + 12,2, on a :

$$C^2H^3AzO \text{ dis.} + 2H^2O \text{ liq.} = C^2H^4O^3, AzH^3 \text{ dis.} : 190,8 - 174,0 = +16,8.$$

» Ces valeurs montrent que l'hydratation du nitrile dégage une quantité de chaleur considérable et voisine de la moitié de sa chaleur de formation par les éléments. Elle représente 6 pour 100 de la chaleur de combustion.

» Cette chaleur est dégagée d'ailleurs dans le premier degré d'hydratation; le second répondant à un phénomène thermique presque nul : ce qui s'accorde avec les faits connus, d'après lesquels l'hydratation des amides formés par élimination d'une seule molécule d'eau ne met, en général, en jeu qu'une faible quantité de chaleur.

3. — Nitrile lactique : $C^3H^5AzO = 71$.

» Ce composé, de préparation récente, acheté chez Kahlbaum, a été redistillé dans le vide au bain-marie, en écartant les premières gouttes.

L'analyse (dosage de trois éléments) en ayant indiqué la pureté, nous l'avons brûlé dans la bombe.

» Deux opérations sur $0^{gr},8620$ et $1^{gr},1059$:

» *Chaleur de dissolution à volume constant,* à 13°, pour 71^{gr} : 422,6 et 419,9; moyenne : 421,15.

» *Chaleur de combustion à pression constante :* $421^{Cal},3$.

» *Chaleur de formation par les éléments :* $+35^{Cal},1$; corps dissous : $+36^{Cal}$.

» *Chaleur de dissolution* (1 p. + 25 p. d'eau), à 12° : $+0^{Cal},86$.

» On en déduit, pour les deux degrés d'hydratation :

C^3H^5AzO liq. + H^2O liq. = $C^3H^7AzO^2$ (alanine) crist....	$136,1 - 104,1 = +32^{Cal}$
Tout dissous..	environ + 28
C^3H^5AzO dissous + $2H^2O$ liq. = $C^3H^6O^3$, AzH^3 dissous...	$+19^{Cal},1$

» On a encore :

» Synthèse par l'acide cyanhydrique et l'aldéhyde :

C^2H^4O liq. + $CHAz$ liq. = C^3H^5AzO liq..... $-(+57,1-24,4)+35,1=+2,4$.

» Comparons maintenant les chaleurs de formation des trois nitriles carbonique, glycollique, lactique, lesquels peuvent être regardés, sous certaines réserves, comme homologues. Depuis les éléments carbone, hydrogène, azote, oxygène, on a :

Nitrile carbonique (acide cyanique)	: $CHAzO$ liq.....	inconnue	dissous : +37,0
Nitrile glycollique	: C^2H^3AzO liq...	+36,1	dissous : +36,0
Nitrile lactique	: C^3H^5AzO liq...	+35,1	dissous : +36,0

Ces trois composés auraient donc, à peu de chose près, la même chaleur de formation dans l'état dissous. A l'état pur, le nitrile glycollique et le nitrile carbonique n'offrent pas cette différence moyenne +5,5, qui existe en général entre homologues consécutifs (*Thermochimie : Données et lois numériques,* t. I, p. 495), cette différence représentant un écart moyen de +157,8 entre les chaleurs de combustion rapportées à un même état.

» Cependant ces deux nitriles dérivent incontestablement des acides homologues $C^2H^4O^3$ et $C^3H^6O^3$. L'inégalité actuelle ne saurait donc être attribuée à un mode de liaison différent entre les deux atomes de carbone qui concourent à constituer l'homologie. Mais il convient d'observer que les chaleurs de formation par les deux acides dont il s'agit seraient, d'après les données connues, extrêmement voisines (160,3 acide glycollique solide, 157,5 acide dissous; 160,4 acide lactique liquide ou dissous). La relation des nitriles est donc en définitive la même que celle des acides dont ils

dérivent : l'écart de leurs chaleurs de combustion étant 163,3, c'est-à-dire ayant la même valeur que la chaleur de combustion des éléments $C + H^2$, lesquels engendrent précisément le système $CO^2 + H^2O$ générateur de l'acide cyanique. La presque identité des chaleurs de formation des trois nitriles se ramène ainsi à celle des acides générateurs.

» Comparons maintenant ces valeurs avec les chaleurs de formation des éthers dits *isocyaniques*, composés isomériques avec les nitriles précédents.

» D'après les données de M. Lemoult, la chaleur de formation par les éléments de l'éther méthylcyanique liquide est $+22^{Cal},8$; celle de l'éther éthylcyanique liquide est $+31^{Cal},0$, ce qui fait une différence $+8^{Cal},3$ pour la substitution de C^2H^5 à CH^3; soit à peu près la même différence (+8,2) qui existe entre l'alcool éthylique (+69,9) et l'alcool méthylique (+61,7).

» Ces composés, d'après leur grande volatilité aussi bien que par leur mode de préparation, répondent aux caractères des éthers véritables.

» Ils s'en écartent cependant par l'action de la potasse, qui en régénère la méthylamine et l'éthylamine respectivement, au lieu de reproduire les alcools correspondants et l'ammoniaque.

» Comparons la chaleur de formation de ces éthers cyaniques avec celles des autres éthers, d'après la règle générale énoncée par l'un de nous, règle suivant laquelle l'union d'un alcool et d'un acide, supposés dissous, engendrant un éther également dissous, avec séparation de 1 molécule d'eau, H^2O, absorbe une petite quantité de chaleur, environ −2,0.

» La même relation existe pour les acides liquides qui ne dégagent que de petites quantités de chaleur en se dissolvant dans l'eau. Pour les autres acides, leur chaleur de dissolution doit être ajoutée à la valeur −2,0.

» Or nous trouvons pour les éthers cyaniques :

CH^4O dissous	+ 63,7	Éther méthylcyanique	+ 22,8
CAzHO dissous	+ 37,0	H^2O	+ 69,0
	100,7		91,8
x = chaleur de réaction		−8,9	
C^2H^6O dissous	+ 72,4	Éther éthylcyanique	+ 31,0
CHAzO dissous	+ 37,0	H^2O	+ 69,0
	109,4		100,0
x = chaleur de réaction		−9,4	

» Les deux valeurs de x sont fort voisines, ce qui traduit la similitude

de constitution des deux éthers. Mais elles sont en même temps très inférieures à la valeur commune —2,0; ce qui indique une constitution différente de celle d'un véritable éther cyanique, une absorption de chaleur beaucoup plus considérable ayant été accomplie dans l'acte de la double décomposition qui engendre de tels éthers isocyaniques.

» En effet, on pourrait en rendre compte par l'hypothèse d'un acide cyanique générateur, distinct de l'acide ordinaire.

» L'existence de l'azote dans ces composés et la constitution spéciale des nitriles, en tant que composés incomplets non saturés, jouent assurément un rôle dans l'interprétation de ces phénomènes.

» Il s'agit maintenant de rapprocher les chaleurs de formation de ces éthers de celles des nitriles isomères.

» La chaleur de formation du nitrile glycollique pur, soit $+ 36^{Cal},1$, surpasse de $+ 13^{Cal},3$ celle de l'éther méthylcyanique.

» La chaleur de formation du nitrile lactique pur, soit $+ 35^{Cal},1$, surpasse de $+ 4^{Cal},1$ celle de l'éther éthylcyanique.

» Les deux éthers étant comparables entre eux, d'après ce qui précède, on voit que les deux nitriles ne le sont pas au même degré. Nous nous bornons à signaler cette diversité : il faudrait des données plus nombreuses pour pouvoir la discuter d'une façon approfondie.

» C'est ici le lieu de rappeler une remarque intéressante, faite il y a quelques années par M. Matignon [1] pour certains composés azotés et pour certains composés oxygénés. Il a attribué ces écarts à ce que le radical CH^3 substitué à H (ou $C + H^2$ ajouté) donnait lieu à des dégagements (ou absorptions) de chaleur différents, suivant qu'il était lié : tantôt au carbone (valeur +155 à 156), tantôt à l'azote ou à l'oxygène (valeurs voisines de 164). Il a cité de nombreux exemples à l'appui de cette interprétation.

» En ce qui touche les liaisons opérées par l'intermédiaire de l'oxygène, la relation signalée est, dans la plupart des cas, une conséquence immédiate de la règle relative aux éthers, connue depuis longtemps et signalée plus haut. Il en résulte, par exemple, que l'addition de CH^2 à un acide, pour former un éther, donne lieu à un accroissement, dans la chaleur de combustion, voisin de

$$+ 163,3 + 2 = 165,3.$$

---

(1) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. XXVIII, p. 498; 1893.

» La même traduction s'applique évidemment aux alcalis éthylés, envisagés comme des éthers véritables de l'ammoniaque.

» D'autre part, on vient de voir que dans les acides et nitriles glycollique et lactique le groupe $C + H^2$ s'ajoute en gardant toute son énergie, c'est-à-dire suivant la même relation de fait que dans le cas où il est lié avec l'oxygène, à la façon des éthers; ou bien dans le cas où il est lié directement avec l'azote : ce qui ne répond pas davantage à la relation génératrice bien connue entre les acides glycollique et lactique.

» Quoi qu'il en soit, il importe d'insister sur ce fait que, dans les cas de ce genre, les éléments $C + H^2$ s'ajoutent à un composé en conservant toute leur énergie, sinon même une énergie un peu accrue.

4. — Xanthine : $C^5H^4Az^4O^2 = 152$.

» Deux opérations sur un échantillon pur et analysé.

» Poids employés : $1^{gr},4924$ et $1^{gr},4565$.

» *Chaleur de combustion à volume constant*, pour 152^{gr}, à 12° : $514^{Cal},7$ et $517^{Cal},3$; moyenne : $516^{Cal},0$. D'où :

» *Chaleur de combustion à pression constante :* $+ 512^{Cal},8$.

» *Chaleur de formation par les éléments :* $+ 96^{Cal},7$.

» Ce nombre est voisin de la valeur $+91^{Cal},0$, calculée par analogie, d'après les déterminations si importantes de M. Matignon, relatives à la série urique.

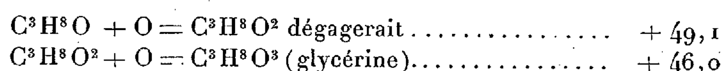
» Comparons ces valeurs avec celles qui répondent à la théobromine (envisagée comme diméthylxanthine) : $+ 90,1$;

» Et à la caféine (envisagée comme triméthylxanthine) : $+80,7$.

» On observe ici cette relation singulière, que la chaleur de formation diminue à mesure que le nombre des substitutions méthylées se multiplie : relation qui n'est pas sans analogie avec les précédentes. Les systèmes formés par les additions successives de $C + H^2$ dans ces composés, où les liaisons entre le carbone et l'azote sont multiples, sont donc engendrés avec accumulation successive d'énergie.

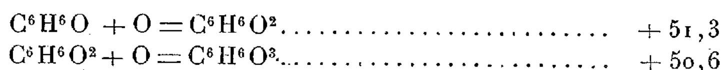
» D'après la nouvelle théorie de M. E. Fisher, la xanthine est regardée comme une dioxypurine, $C^5H^4Az^4 + O^2$, l'acide urique étant une trioxypurine, $C^5H^4Az^4 + O^3$. L'oxygène additionnel qui constitue cette dernière aurait dès lors dégagé $+51^{Cal},4$: quantité de l'ordre de grandeur de la chaleur dégagée lorsqu'un alcool monovalent se change en alcool divalent,

par exemple :



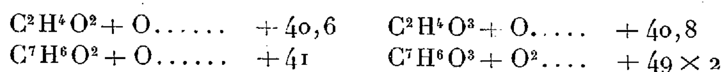
$C^3H^8O + O = C^3H^8O^2$ dégagerait .... $+ 49,1$
$C^3H^8O^2 + O = C^3H^8O^3$ (glycérine) .... $+ 46,0$

» De même les phénols :



$C^6H^6O + O = C^6H^6O^2$ .... $+ 51,3$
$C^6H^6O^2 + O = C^6H^6O^3$ .... $+ 50,6$

» Parmi les acides les valeurs sont du même ordre, quoiqu'un peu plus faibles :



$C^2H^4O^2 + O$	$+ 40,6$	$C^2H^4O^3 + O$	$+ 40,8$
$C^7H^6O^2 + O$	$+ 41$	$C^7H^6O^3 + O^2$	$+ 49 \times 2$

» La différence entre la xanthine et l'acide urique répond dès lors à celle de leurs générateurs exempts d'azote, tels que les acides dioxyacrylique et trioxyacrylique (*Thermochimie : Données numériques*, t. II, p. 632).

» Il serait fort intéressant de comparer ces résultats avec les chaleurs de formation de l'oxypurine (hypoxanthine) et de la purine, pivot fondamental d'après M. Fisher.

5. — Phénylène-diamine (para) : $CH^8Az^2 = 108$.

» Les polyamines se prêtent à des métamorphoses variées, dont quelques-unes paraissent applicables à des réactions d'êtres vivants : cela nous a engagés à étudier la phénylène-diamine, comme typique, et la nicotine, comme jouant un certain rôle physiologique.

» La phénylène-diamine nous a été donnée obligeamment par M. Poirrier. Nous l'avons fait recristalliser et analysée.

» Deux opérations, sur $1^{gr},0009$ et $1^{gr},0242$, à $10°,5$:

» *Chaleur de combustion à volume constant* : 842,2 et 844,5; moyenne : $843^{Cal},3$. D'où :

» *Chaleur de combustion à pression constante* : $843^{Cal},9$.

» *Chaleur de formation par les éléments* : $-2^{Cal},1$.

» Il en résulte que la substitution de H^2 par $2AzH^2$ dans la benzine solide (chaleur de formation : $-1,8$) répond à un phénomène thermique très faible, lequel est une absorption de chaleur.

» L'aniline de même répond à une chaleur de formation : $-11,8$; inférieure à celle de la benzine liquide : $-4,1$.

» Mais il est préférable d'envisager l'aniline comme un dérivé du phénol :

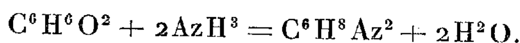


$$C^6H^6O + AzH^3 = C^6H^7Az + H^2O.$$

» *Chaleur de formation, tous corps liquides :*

$$-(+34,5 + 16,7 = 51,2) + (-11,8 + 69,0 = 57,2) = +6,0.$$

» Soit de même la diphénylamine (para), envisagée comme dérivée de l'hydroquinon (para) :



$$C^6H^6O^2 + 2AzH^3 = C^6H^8Az^2 + 2H^2O.$$

» *Chaleur de formation, tous corps solides :*

$$-[87,3 + (16,7 + S)2 = 120,7 + 2S] + (-2,1 + 141,2 = 139,1)$$
$$= +18,4 - 2S.$$

» En admettant pour AzH^3 une chaleur de solidification voisine de 2, la chaleur de formation de la phénylène-diamine depuis le phénol correspondant devient $+7,2 \times 2$, c'est-à-dire à peu près proportionnelle à celle de l'aniline.

6. — NICOTINE : $C^{10}H^{14}Az^2 = 162$.

» Deux opérations (après rectification et analyse), sur $1^{gr},0889$ et $1^{gr},0872$:

» *Chaleur de combustion à volume constant,* à 12° : +1421,3 et +1431,8; moyenne : +1426,5.

» *Chaleur de combustion à pression constante :* + 1428.

» *Chaleur de formation par les éléments :* liq., $-1^{Cal},9$; diss., $+5^{Cal},15$.

» *Chaleur de dissolution* (1 p. + 25 p. eau), à 11° : $+7^{Cal},05$.

» M. Colson a donné + 6,56, à 14° (1 p. + 10 p. eau).

» La nicotine, de même que la phénylène-diamine, possède deux fonctions basiques différentes. Mais ses générateurs, carbures ou alcools, sont trop peu connus pour que nous tentions d'en évaluer *a priori* la chaleur de formation.

» Nous allons passer à l'examen d'un groupe de composés azotés d'un caractère tout spécial, et qui joue un rôle important dans les réactions et la constitution des alcalis pyrogénés, ainsi que dans celles des principes azotés naturels, spécialement des albuminoïdes.

7. — Pyrrol : $C^4H^5Az = 67$.

» Ce composé, rectifié à point fixe et analysé, a été brûlé dans la bombe calorimétrique. Cette combustion a offert des difficultés exceptionnelles, une petite quantité de matière charbonneuse demeurant inaltérée sur les parois du récipient. Nous ne sommes parvenus à une combustion complète qu'en ajoutant au pyrrol une dose notable de camphre. On a obtenu ainsi, en opérant sur $0^{gr},7044$ et $0^{gr},5655$ de pyrrol, pour le poids moléculaire 67 :

» *Chaleur de combustion à volume constant, à* 12° : 567,3 et 568,0. Moyenne : $567^{Cal},6$. D'où :

» *Chaleur de combustion à pression constante :* $568^{Cal},1$.

» *Chaleur de formation par les éléments,* pyrrol liquide : $-18^{Cal},1$.

» Cette quantité diffère de la chaleur de formation du phénylpyrrol (− 30,6) de $+12^{Cal},5$. Or, la substitution du phényl par l'hydrogène, dans l'alcool benzylique, répond à $+20^{Cal},9$; dans l'acide phénylacétique + 22,4. Toutes ces valeurs sont voisines, surtout si l'on tient compte du chiffre considérable des chaleurs de combustion des composés phénylés et de la difficulté de purifier le phénylpyrrol.

8. — Carbazol : $C^{12}H^9Az = 167$.

» Ce composé cristallisé est fourni par le commerce dans un grand état de pureté. Après analyse, nous l'avons brûlé dans la bombe ($1^{gr},0788$ et $0^{gr},9942$) :

» *Chaleur de combustion à volume constant, à* 11° : $1473^{Cal},4$ et $1476^{Cal},3$; moyenne : $1474^{Cal},8$.

» *Chaleur de combustion à pression constante :* 1477^{Cal}.

» *Chaleur de formation par les éléments :* $-34^{Cal},9$.

9. — Indol : $C^8H^7Az = 117$.

» Ce composé, cristallisé et analysé, a été brûlé dans la bombe ($1^{gr},0219$ et $1^{gr},0141$) :

» *Chaleur de combustion à volume constant, à* 10° : $1024^{Cal},6$ et $1019^{Cal},0$; moyenne : $1021^{Cal},8$. D'où :

» *Chaleur de combustion à pression constante :* $1022^{Cal},5$.

» *Chaleur de formation par les éléments :* $-26^{Cal},5$.

» Cette valeur est à peu près la même que celle du nitrile phénylacétique (— 27,9), composé isomère qui peut être dérivé des mêmes générateurs, quoique par une voie et avec une constitution différente.

» Le *nitrile toluique* (ortho), autre isomère, n'en est pas non plus très éloigné (— 34,8).

10. — Scatol (Méthylindol) : $C^9H^9Az = 131$.

» Nous avons préparé ce composé au moyen de l'aldéhyde propylique et de la phénylhydrazine (procédé Fisher). Le produit pur et bien cristallisé a été brûlé dans la bombe ($1^{gr},0478$ et $0^{gr},9940$) :

» *Chaleur de combustion à volume constant, à* 11° : 1169,05 et 1170,3; moyenne : $1169^{Cal},7$.

» *Chaleur de combustion à pression constante :* $1170^{Cal},7$.

» *Chaleur de formation par les éléments :* $11^{Cal},5$.

11. — Méthylindol-α : $C^9H^9Az = 131$.

» Préparé avec l'acétone (procédé Fisher). Bien cristallisé. Analysé.

» Brûlé dans la bombe, 1re cristallisation : $0^{gr},9958$ et 1,0394; 2e cristallisation : 1,1970 et 1,0268.

» *Chaleur de combustion à volume constant, à* 10° :

(1)	1167,4	et	1169,3;	moyenne..........	$1168^{Cal},3$
(2)	1166,9	et	1168,0	»	1167,5
					1167,9

» *Chaleur de combustion à pression constante :* 1168,9.

» *Chaleur de formation par les éléments :* —9,7.

» Les deux isomères ont sensiblement la même chaleur de formation, précisément comme les aldéhydes propylique et isopropylique dont ils dérivent. Mais ils diffèrent de $+ 16^{Cal}$ en plus de l'indol. Leurs chaleurs de combustion surpassent celles de l'indol de 147^{Cal}, au lieu de 157. Cette anomalie se retrouve fréquemment entre les premiers termes des séries.

12. — Oxindol : $C^8H^7AzO = 133$.

» Ce composé, d'une préparation difficile, nous a été donné obligeamment par M. Hanriot, qui l'avait préparé en partant de l'indigo. Cristallisé et analysé au moment de la combustion.

» On a opéré sur $0^{gr},9824$ et $1^{gr},0992$:

» *Chaleur de combustion à volume constant, à* 11° : $951^{Cal},9$ et $949^{Cal},0$; moy. : $950^{Cal},45$.

» *Chaleur de combustion à pression constante :* $950^{Cal},8$.

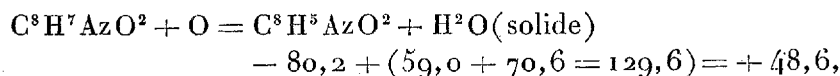
» *Chaleur de formation par les éléments :* $+45^{Cal},1$.

» Dressons le Tableau des chaleurs de formation des dérivés de l'indol, d'après les données précédentes et celles déjà déterminées par M. d'Aladern, au laboratoire du Collège de France. Toutes se rapportent à un même état des corps, l'état cristallisé.

	Cal	Cal
Indol : C^8H^7Az	$-26,5$	$+71,6$ pour O fixé
Oxindol : C^8H^7AzO	$+45,1$	
Dioxindol : $C^8H^7AzO^2$	$+80,2$	$+35,1$ pour O fixé
Trioxindol (acide isatique) : $C^8H^7AzO^3$		

» On voit que la fixation de l'oxygène donne lieu, comme il arrive le plus souvent dans les combinaisons en proportions multiples, à une décroissance dans la chaleur dégagée. Le premier nombre est l'un des plus forts qui répondent à une oxydation en Chimie organique, sans changement d'état physique du composé oxydé, tel que la transformation d'un aldéhyde en acide.

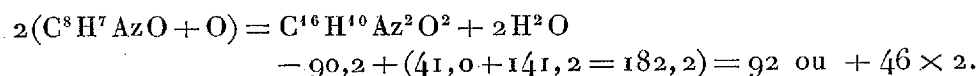
» Les effets de la fixation d'un troisième atome ne sont pas connus, en raison du peu de stabilité de l'acide isatique. Si l'on fait le calcul pour le lactone correspondant (isatine), on trouve



$$C^8H^7AzO^2 + O = C^8H^5AzO^2 + H^2O(\text{solide})$$
$$-80,2 + (59,0 + 70,6 = 129,6) = +48,6,$$

dégagement supérieur au précédent. Mais la réaction est plus complexe et il est possible que la formule véritable de l'isatine réponde à un poids moléculaire double.

» De même, dans la transformation de l'oxindol en indigo :

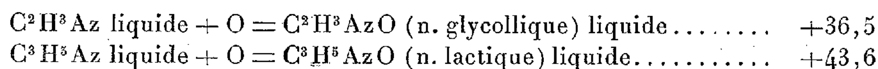


$$2(C^8H^7AzO + O) = C^{16}H^{10}Az^2O^2 + 2H^2O$$
$$-90,2 + (41,0 + 141,2 = 182,2) = 92 \text{ ou } +46 \times 2.$$

» On doit envisager ici trois effets réunis, savoir : l'effet de l'oxydation, avec fixation de O, lequel, dans la formation du dioxindol, dégage $+35^{Cal},1$; et les effets, opposés entre eux, de la condensation moléculaire et de la

déshydratation (avec changement de constitution), dont la résultante répond à $+56^{Cal},9$. Il conviendrait de poursuivre cette étude sur des dérivés indoliques plus multipliés.

» Si nous rapprochons les quantités de chaleur dégagées par l'oxydation des composés de la série de l'indol, de celles des nitriles, d'une part, des dérivés uriques, de l'autre, nous apercevons de nouveaux problèmes. En effet, l'oxydation des nitriles proprement dits dégage les quantités de chaleur suivantes :



C^2H^3Az liquide $+ O = C^2H^3AzO$ (n. glycollique) liquide........ $+36,5$
C^3H^5Az liquide $+ O = C^3H^5AzO$ (n. lactique) liquide........... $+43,6$

valeurs beaucoup plus faibles que la première oxydation de l'indol, mais comparables à la fixation du second atome d'oxygène. Il y aurait lieu de les rapprocher des résultats consignés plus haut, à l'occasion de la xanthine. Ce sont là des recherches ouvertes; mais il suffira d'avoir montré, par ces quelques exemples, combien offre d'intérêt l'étude thermochimique approfondie des dérivés chaque jour plus multipliés de l'indol, du pyrrol, de la purine et des composés azotés à fonction complexe, étude qui joue un si grand rôle dans leurs synthèses et réactions et, dès lors, dans la constitution chimique, la nutrition et la thermogénèse des êtres organisés. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les applications de l'aluminium.* Note de M. A. **Ditte**.

« L'Académie veut-elle me permettre de répondre quelques lignes aux observations présentées par M. Moissan dans la dernière séance, et relatives aux applications de l'aluminium? Il me semble que notre confrère et moi nous différons d'avis bien moins que sa Note pourrait le donner à penser.

» Je demanderai d'abord à M. Moissan de bien vouloir remarquer que j'ai tenu compte des impuretés de l'aluminium et que je leur attribue l'importance qu'il est légitime de leur accorder. J'ai montré, en effet, dans mes Notes, anciennes et récentes, que la présence des impuretés qui restent fixées à la surface du métal a pour effet de rompre la continuité de la couche gazeuse qui peut s'y déposer et de le rendre, par cela même, plus facilement attaquable; nous savons, d'autre part, qu'elles peuvent donner lieu à des actions électriques; je n'ignorais pas, enfin, que l'aluminium

retenant un peu de sodium et de carbone est plus altérable que celui qui en est exempt. En conséquence, je devais faire porter mes recherches sur le métal le plus pur possible, et c'est ce que j'ai fait. Je me suis servi, non pas de l'aluminium très impur dont M. Moissan cite quelques analyses, mais de celui que produisait l'usine de M. Secrétan en 1898; actuellement l'industrie n'en fournit pas de meilleur.

» En dehors du bidon-gourde, les objets d'équipement se fabriquent, non en aluminium pur, mais avec des alliages contenant 3 et 6 centièmes de cuivre environ; mes expériences sur ces alliages étaient destinées surtout à comparer les altérations que divers réactifs leur font éprouver, à celles que j'ai constatées sur certains objets revenus de Madagascar. Les tôles dont j'ai fait usage étaient des fragments d'ustensiles d'équipement neufs, constitués par le métal employé aujourd'hui; elles me venaient des magasins de l'État, avec l'autorisation de M. le colonel Lambert, directeur de la Section technique du Comité d'Artillerie; je ne pouvais demander mes matières premières à une source plus authentique.

» En rappelant mes essais sur des tôles soumises à l'action de la trempe, M. Moissan remarque avec raison que, dans ces conditions, le fer étamé ne tarderait pas à devenir impropre à tout service; j'en suis convaincu comme lui. Je n'ai jamais pensé que de très nombreux objets d'aluminium puissent être soumis à semblable épreuve : les expériences citées avaient pour but de rechercher les causes auxquelles pouvaient être dues les altérations subies par certains vases; elles ont montré que la trempe peut provoquer les particularités observées dans la structure intérieure de ces objets.

» J'ai placé, le 27 mars, sous les yeux de l'Académie quelques objets revenus de Madagascar entièrement détériorés et mis hors de service. Ont-ils été ramenés à fond de cale, au contact de l'eau de mer? Cela me paraît douteux; ils auraient, dans ce cas, retenu dans leurs parties poreuses une quantité très appréciable de chlorures, et je n'en ai trouvé que des traces fort légères. Dans la séance du 4 avril, M. Moissan a présenté un certain nombre d'objets revenus bossués, noircis, mais non percés; je crois que la seule conclusion légitime à tirer de ces exemples est que, selon les circonstances, les objets en tôle d'aluminium et de cuivre peuvent subir tous les degrés de détérioration compris entre un état très satisfaisant de conservation et une destruction presque complète. Quand il s'agit de l'application de l'aluminium à la fabrication d'objets d'équipement, il faut, du reste, tenir compte d'un facteur important dont je n'avais pas à parler dans une étude faite au point de vue chimique. Pendant combien

de temps ces objets d'aluminium peuvent-ils durer sans être mis hors de service? Je n'ai pas examiné cette question qui n'est pas de ma compétence; des essais faits dans les régiments, des rapports de MM. les chefs de Corps, tels que ceux dont M. Moissan a cité des extraits et qui m'avaient été signalés par M. le général Dumont, président de la Commission militaire de l'aluminium, peuvent seuls y répondre.

» A côté des expériences personnelles de M. Moissan sur des ustensiles de cuisine, je n'ai à apporter qu'un fait très modeste constaté chez moi sur des couverts d'aluminium. Je les faisais laver avec de l'eau renfermant un peu de carbonate de soude, seul moyen de les dégraisser : au bout de quelques lavages ils avaient perdu leur poli, et leur surface terne et mate était formée de fines aspérités éminemment propres à retenir les matières grasses. Les objets de Madagascar que j'ai examinés étaient, sauf la voiture-citerne, légèrement gras à l'intérieur; ceux que M. Moissan a montrés à l'Académie m'ont paru être dans le même cas; or cette faible couche grasse ne peut être enlevée que par des solutions alcalines et celles-ci ont sur l'aluminium une action corrosive assez intense pour que déjà, à la fin de son beau Mémoire, H. Sainte-Claire Deville ait mis en garde contre elle :

» L'aluminium devra être exclu de tous les usages où son contact avec les alcalis pourrait en déterminer l'altération.

» D'autre part, comme je l'ai montré, ce même enduit gras est un préservatif excellent pour l'aluminium dont il supprime le contact avec les liquides qu'il renferme, et M. Moissan reconnaît avec justice que c'est vraisemblablement à lui qu'est due, dans un très grand nombre de cas, la conservation du métal. Mais, ai-je ajouté, une telle couche peut présenter de sérieux inconvénients au point de vue de l'hygiène et de la propreté; ces inconvénients ne sont pas, je crois, contestables; il appartient aux hygiénistes de définir leur nature et de préciser leur étendue.

» Mes expériences ont-elles établi qu'il faille « d'emblée rejeter les applications possibles de l'aluminium »? Je n'ai rien dit de cela et, comme je l'ai expliqué à M. le général Dumont en décembre dernier, je ne pense rien de pareil. Pour ce qui concerne l'équipement militaire, en particulier, j'estime que tout ce qui peut contribuer à diminuer la charge de nos soldats, à augmenter leur bien-être, présente une importance capitale, et il est certain, par exemple, que le bidon-gourde en aluminium pur, dont la fabrication est devenue si parfaite, offre sur les anciens bidons en fer

étamé un avantage considérable et réalise un grand progrès. Mais je partage absolument l'opinion de M. Moissan, « qu'il ne faut demander à l'alu- » minium que ce qu'il peut donner », et que « chaque application de ce » métal demande une étude spéciale, longue et délicate ». Les miennes m'ont précisément conduit à penser, à dire à M. le général Dumont et à écrire dans un Mémoire plus développé que ma Note aux *Comptes rendus*, que le nettoyage mécanique des objets d'aluminium donnerait des résultats meilleurs, si, à l'intérieur comme à l'extérieur des vases, il était possible d'éviter dans leur fabrication les angles presque vifs, les plaquettes des rivets, les parties repliées, les bourrelets circulaires des bords, etc. J'ai ajouté qu'il serait, en outre, avantageux, pour atténuer les actions électriques, de ne pas avoir recours, dans la fabrication des diverses parties d'un même vase, à l'emploi d'alliages de différentes compositions. La légèreté de l'aluminium, l'innocuité de ses composés, la facilité avec laquelle on peut le travailler sont des qualités précieuses et incontestables; la grandeur de sa chaleur d'oxydation, qui ne saurait être contestée davantage, est un inconvénient grave, au point de vue des applications : elle est égale à 131^{Cal} par atome d'oxygène, le double de celle (64,4) du fer, peu différente de celle (145) du calcium; l'aluminium est donc bien plus oxydable que le fer, presque autant que le calcium, et M. Moissan sait mieux que personne combien le calcium est altérable!

» Dans son admirable travail sur l'aluminium, H. Sainte-Claire Deville exprime, comme mon ami M. Moissan le rappelle, le vœu que l'aluminium soit tôt ou tard introduit dans l'industrie : « Il suffira sans doute, dit-il, de » modifier fort peu les procédés que j'ai décrits pour les rendre applicables » à la production économique de l'aluminium. » Sur ce dernier point la prédiction s'est accomplie et l'industrie du métal a fait des progrès immenses; mais en même temps l'étude de l'aluminium de plus en plus pur a perfectionné aussi notre connaissance de ses propriétés. Deville le croyait inaltérable à l'air, à l'eau, à la plupart des agents chimiques; nous savons maintenant, non seulement que cela n'est pas, mais qu'en raison de son énorme chaleur de combustion *cela ne peut pas être;* que l'inaltérabilité apparente de l'aluminium n'est qu'un accident occasionné par des enduits dont j'ai prouvé l'existence et déterminé la nature. Peut-être est-il permis de penser que la connaissance de faits nouveaux, qu'il ne pouvait ni deviner ni prévoir en 1855, aurait pu modifier, dans une certaine mesure, les idées que mon très cher et regretté maître se faisait, à cette époque, au sujet de l'avenir industriel du métal dont il nous a laissé une si magistrale étude.

» En écrivant que « dans les applications de l'aluminium à la fabrica-
» tion de vases et d'ustensiles destinés, soit aux usages domestiques, soit
» à l'équipement militaire, il y a lieu de se préoccuper sérieusement des
» altérations plus ou moins intenses qu'il est susceptible d'éprouver, alté-
» rations qui *peuvent* devenir pour ces objets une cause de détérioration
» rapide, et qui en rendent le nettoyage particulièrement difficile », je crois avoir résumé simplement les résultats de l'expérience; je pense n'avoir rien exagéré en me bornant à appeler l'attention sur « un ensemble
» de propriétés qui font de l'aluminium un métal en réalité fort altérable
» et qui sont de nature à inspirer certains doutes et à dissiper quelques
» illusions relativement aux applications possibles de ce métal. »

CORRESPONDANCE.

M. **Berthelot** présente à l'Académie un Ouvrage qu'il vient de publier sur la *Chaleur animale,* c'est-à-dire sur les principes chimiques de la production de la chaleur chez les êtres vivants :

« L'origine de ces études remonte à Lavoisier, qui compara la respiration à une combustion lente. Ses développements pendant le cours du xixe siècle sont résumés dans ma préface. J'y montre quels changements et perfectionnements successifs ont éprouvés les idées originelles, et je développe les règles exactes et précises auxquelles j'ai ramené le calcul de la chaleur animale, en la rapportant, non aux éléments combustibles, comme on l'avait fait à l'origine, mais aux composés de ces éléments, introduits par la nutrition et éliminés par les excrétions. J'ai fait l'application de ces règles à un grand nombre de phénomènes physiologiques, chez les Végétaux et les Animaux.

» J'ai déterminé, en particulier, la chaleur dégagée par l'action de l'oxygène sur le sang, mesure essentielle dans les recherches sur la respiration. J'ai également mesuré les chaleurs de formation et de combustion de l'urée, forme principale sous laquelle est éliminé l'azote combiné dans l'organisme humain, et j'ai fait une étude spéciale, au point de vue thermochimique bien entendu, de la glucogénèse et de la thermogénèse.

» Tels sont les sujets traités dans mon premier Volume.

» Le second Volume est consacré aux données numériques concernant

la chaleur développée par la formation et la combustion des principaux corps simples et composés, connus pour intervenir dans l'étude de la chaleur animale : notamment la chaleur de combustion du carbone, donnée fondamentale dont j'ai fourni des mesures plus exactes; les chaleurs de formation et de combustion des composés binaires et tertiaires, formés de carbone, d'hydrogène et d'oxygène, qui existent dans les êtres vivants, entre autres les sucres et les corps gras. Ces données reposent, pour la plupart, sur les mesures faites dans mon laboratoire. Je les ai complétées par les chaleurs de formation et de combustion des composés azotés définis, dérivés de l'organisme, et des composés albuminoïdes, qui en forment la masse principale.

» L'ensemble de ces notions et de ces données, obtenues par un long et pénible travail, fournira aux physiologistes une base solide pour l'étude des problèmes qui interviennent dans la production et l'entretien de la vie. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète* EL *Coggia, faites à l'observatoire de Toulouse, à l'équatorial Brunner, de* $0^{m},23$ *d'ouverture;* par M. **F. Rossard**, communiquées par M. Lœwy.

Dates. 1899.	Étoiles de comparaison.	Planète. — Étoile. ΔR.	ΔD.	Nombre de comparaisons.
Avril 1.......	*a* 3733 BD — 6°	— 2.21,43 (m s)	+ 5′.34″,8	15:16
1.......	*b* 3731 BD — 6	— 2. 3,55	— 2.36,4	15:16
1.......	*a* 3733 BD — 6	— 2.26,07	+ 6.19,3	18:20
1.......	*b* 3731 BD — 6	— 2. 8,28	— 1.51,8	18:20

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1899.	⋆	Asc. droite moyenne 1899,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1899,0.	Réduction au jour.	Autorités.
Avril 1..	*a*	13h. 0m.44s,75	+3s,07	— 6°.45′.15″,8	—19″,4	Weisse₁ 1006
1..	*b*	13. 0.26,30	+3,07	— 6.36.45,0	—19,4	Position approchée

Positions apparentes de la planète.

Dates. 1899.	Temps moyen de Toulouse.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s			
Avril 1.....	9. 0.52	12.58.26,39	$\bar{1},513_n$	— 6°.40′. 0″,4	0,814
1.....	9. 0.52	12.58.25,82	$\bar{1},513_n$	— 6.39.40,8	0,814
1.....	11.26.56	12.58.21,75	$\bar{2},992_n$	— 6.39.15,9	0,830
1.....	11.26.56	12.58.21,09	$\bar{2},992_n$	— 6.38.56,2	0,830

ASTRONOMIE. — *Sur quelques anciennes pluies d'étoiles filantes.* Note de M. **D. Eginitis**, présentée par M. M. Lœwy.

« Nous venons de trouver encore, dans nos recherches chez les chroniqueurs byzantins et italiens, trois pluies météoriques, que nous allons exposer ci-après :

» 1° Le chroniqueur Théophane, citant les faits de l'année 6255 (763 de notre ère), dit :

« Pendant la même année, au mois de mars, on a vu tomber du ciel, en masse, des » étoiles, de sorte que tout le monde croyait que ce serait la fin du monde. »

» Bien que le chroniqueur ne nous donne pas le jour de cette grande averse, pour juger, avec certitude, à quel essaim elle appartient, cependant il est plus que probable qu'il s'agit d'une apparition des Lyrides. En effet, si l'on tient compte que la différence entre l'année sidérale et l'année julienne (vieux style), accumulée depuis 763 jusqu'aujourd'hui, monte à sept jours environ, et que, suivant le vieux style, auquel l'écrivain se rapporte, l'apparition des Lyrides a lieu maintenant vers le 8 avril, si cette pluie fut observée vers la fin du mois de mars, la différence entre la date de son apparition et celle de la chute des Lyrides dans ces derniers temps est insensible. D'ailleurs, cette même pluie est citée par le chroniqueur Léon Grammaticus *au mois d'avril;* mais Cedrinos, de même que Théophane, la met au mois de mars.

» 2° Dans la *Chronologie* de Domno Alberico, monacho, publiée dans la collection des chroniqueurs napolitains (t. I, p. 566), nous trouvons l'averse suivante :

« En 1094, au mois d'avril, on a observé une pluie d'innombrables étoiles, tom- » bant du côté occidental du ciel sur tout le globe. »

» 3° Dans le même Ouvrage (p. 464), on trouve aussi la pluie météorique suivante :

« En 1122, on a observé une pluie d'innombrables étoiles, tombant vers le matin, » avant les nones du mois d'avril. »

» Suivant ce passage, cette dernière chute a eu lieu avant le 5 avril.

» Herrick, comme on sait, a indiqué des chutes d'étoiles filantes, survenues dans les matinées du 5 avril des années 1095 et 1122, et appartenant aux Lyrides. La dernière de ces averses doit certainement être la même que la précédente (3°), qui appartient, très probablement, aux Lyrides; mais la pluie observée en 1094 ne peut pas être attribuée aussi à cet essaim, attendu qu'elle fut observée vers le côté occidental du ciel, tandis que la Lyre, au mois d'avril, ne se trouve dans cette région que pendant la journée. Il s'agit donc ici d'un essaim autre que celui des Lyrides et que, faute de données, nous ne pouvons pas fixer maintenant, à moins qu'il n'y ait pas d'erreur dans le texte. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales périodiques des équations linéaires aux dérivées partielles du premier ordre.* Note de M. **Levi-Civita**, présentée par M. Appell.

« Soit l'équation

$$\frac{\partial f}{\partial t} = X\frac{\partial f}{\partial x} + Y\frac{\partial f}{\partial y}, \tag{1}$$

où l'on suppose X, Y fonctions périodiques de t avec la période τ, holomorphes par rapport à x et à y autour de l'origine O et nulles à la fois en O pour toute valeur de t. Soient encore u, v deux intégrales de (1), régulières en O et telles que $\frac{\partial u}{\partial x}\frac{\partial v}{\partial y} - \frac{\partial u}{\partial y}\frac{\partial v}{\partial x}$ ne s'annule pas pour $x = y = t = 0$. Appelons u_0, v_0, u_1, v_1 les valeurs de u, v pour $t = 0$ et pour $t = \tau$. La relation

$$u_1 - u_0 = \int_0^\tau \left(X\frac{\partial u}{\partial x} + Y\frac{\partial u}{\partial y}\right) dt$$

nous apprend que $u_1 - u_0$ s'évanouit pour $x = 0$, $y = 0$; de même $v_1 - v_0$. Par suite, le système de deux équations en x, y

$$u_1 = u_0, \qquad v_1 = v_0 \tag{2}$$

admet la solution $x = 0$, $y = 0$.

» Voyons ce qui se passe à l'égard des équations (2) au voisinage du point $x = 0$, $y = 0$.

» Trois cas sont possibles :

» *a*. Les équations (2) sont des identités;

» *b*. Elles se réduisent à une seule, c'est-à-dire on a identiquement

(2') $$u_1 - u_0 = AG, \qquad v_1 - v_0 = BG,$$

A, B, G étant régulières et de plus $G = 0$, pour $x = 0$, $y = 0$;

» *c*. Elles sont distinctes (du moins auprès de l'origine), et, par conséquent, la solution $x = 0$, $y = 0$ est isolée.

» On s'assure aisément que *ces caractères ne dépendent pas du choix des intégrales u, v*.

» Proposons-nous maintenant de rechercher s'il y a des intégrales ϖ de (1), régulières dans le domaine du point O et périodiques en t avec la période τ. Tout d'abord il est bien clair que dans l'hypothèse (a) toutes les intégrales de (1) sont périodiques; dans l'hypothèse (c), au contraire, il n'existe aucune intégrale ϖ. Le cas (b) exige une discussion plus détaillée. L'équation (1) admet au plus une intégrale périodique ϖ (c'est-à-dire pas deux indépendantes). Mais cette intégrale périodique existe-t-elle effectivement? Je vais montrer qu'il en est ainsi, du moins lorsque (en supposant G exprimée par u_0, v_0)

(3) $$\left(1 + A\frac{\partial G}{\partial u_0} + B\frac{\partial G}{\partial v_0}\right)_{x=y=0} \neq 1.$$

» Le premier membre de (3) est invariant par rapport aux changements du système des intégrales u, v. Si l'on passe, en effet, de u, v à $\bar{u}(u, v)$, $\bar{v}(u, v)$, on voit de suite que les coefficients $\bar{A}$, $\bar{B}$ de G dans $\bar{u}_1 - \bar{u}_0$, $\bar{v}_1 - \bar{v}_0$ se réduisent, pour $x = y = 0$, à

$$\left(\frac{\partial \bar{u}_0}{\partial u_0}A + \frac{\partial \bar{u}_0}{\partial v_0}B\right)_{x=y=0}, \qquad \left(\frac{\partial \bar{v}_0}{\partial u_0}A + \frac{\partial \bar{v}_0}{\partial v_0}B\right)_{x=y=0},$$

d'où

$$\left(\bar{A}\frac{\partial G}{\partial \bar{u}_0} + \bar{B}\frac{\partial G}{\partial \bar{v}_0}\right)_{x=y=0} = \left(A\frac{\partial G}{\partial u_0} + B\frac{\partial G}{\partial v_0}\right)_{x=y=0}.$$

» Comme, d'après (3), $\frac{\partial G}{\partial x}$, $\frac{\partial G}{\partial y}$ ne s'annulent pas à la fois en O, je puis, par une transformation convenable de variables, supposer $G = x$. De plus, je prendrai $u_0 = x$, $v_0 = y$. On tire alors de (2'), en écrivant x_1, y_1 pour u_1, v_1,

(4) $$x_1 = x[1 + A(x, y)], \qquad y_1 = y + xB(x, y).$$

» La condition (3) nous assure que $|1 + A|_{x=y=0}$ n'est pas égal à l'unité; il est loisible de le supposer < 1. Autrement il suffirait de changer τ en $-\tau$.

» Ceci posé, prenons les itérations de (4) en faisant

$$(5) \qquad \begin{cases} x_{n+1} = x_n[1 + A(x_n, y_n)] \\ y_{n+1} = y_n + x_n B(x_n, y_n) \end{cases} \qquad (n = 1, 2, \ldots),$$

» On démontre sans peine (¹) que $\lim_{n=\infty} x_n = 0$, tandis que y_n converge vers une fonction w_0, régulière en O, qui se réduit à y, pour $x = 0$. Elle ne change pas d'après sa définition lorsqu'on remplace x, y par x_1, y_1. L'intégrale de (1), qui se réduit à w_0 pour $t = 0$ est donc l'intégrale périodique w, dont il s'agissait de prouver l'existence.

» Il y a des cas où la simple inspection de l'équation (1) permet d'affirmer qu'on se trouve dans l'hypothèse (b) [sous la restriction (3)], et par suite qu'il existe une intégrale w. C'est ce qui arrive par exemple si $X = xX_1$, $Y = xY_1$, Y_1, X_1 se réduisant respectivement à zéro et à une constante $\alpha \neq 0$, et telle que $\alpha\tau$ ne soit pas purement imaginaire pour $x = y = 0$. On a alors, pour toute intégrale u de (1),

$$u_1 - u_0 = x \int_0^\tau \left(X_1 \frac{\partial u}{\partial x} + Y_1 \frac{\partial u}{\partial y} \right) dt,$$

(¹) Remarquons pour cela que, ayant $|1 + A|_{x=y=0} < 1$, on peut choisir des nombres positifs $M < 1$, N, R tels qu'on ait à la fois

$$(6) \qquad |1 + A(x, y)| < M, \qquad |B(x, y)| < N,$$

pour $|x|$, $|y| < R$. Définissons en outre un rayon ρ moyennant l'inégalité

$$(7) \qquad \rho\left(1 + \frac{N}{1 - M}\right) < R;$$

pour $|x|$, $|y| < \rho$, on a

$$|x_1| < \rho M, \qquad |y_1 - y| < \rho N.$$

D'une façon générale, en supposant

$$|x_\nu| < \rho M^\nu, \qquad |y_\nu - y_{\nu-1}| < \rho N M^{\nu-1} \qquad (\nu = 1, 2, \ldots, n),$$

on trouve, à cause de (5), (6), (7)

$$|x_{n+1}| < \rho M^{n+1}, \qquad |y_{n+1} - y_n| < \rho N M^n;$$

dès lors la démonstration s'achève d'elle-même. On peut dire, à un certain point de vue, que c'est le théorème bien connu de M. Kœnigs sur les substitutions uniformes, étendu au cas de deux variables.

et, de plus, en prenant $u_0 = x$, il vient, d'après (4),

$$(\mathrm{A})_{x=y=0} = \left[\frac{\partial}{\partial x}(x_1 - x)\right]_{x=y=0} = \alpha \int_0^\tau \left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)_{x=y=0} dt = e^{\alpha\tau} - 1 \text{ (}^1\text{)},$$

ce qui donne

$$|1 + \mathrm{A}|_{x=y=0} = |e^{\alpha\tau}| \neq 1.$$

» Il y aurait lieu naturellement de généraliser ces considérations en les étendant aux équations linéaires à un nombre quelconque de variables.

» Qu'il me soit permis, en terminant, de signaler le profit qu'on pourrait en tirer pour l'étude des intégrales des systèmes différentiels ordinaires et pour les questions qui se rapportent à la stabilité de leurs solutions. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Extension du théorème de la moyenne aux équations différentielles du premier ordre*. Note de M. **Michel Petrovitch**, présentée par M. Picard.

« Je me propose d'étendre à une équation quelconque

$$(1) \qquad \frac{dy}{dx} = \mathrm{F}(x, y)$$

le *théorème* classique *de la moyenne,* relatif à l'équation simple

$$(2) \qquad \frac{dy}{dx} = \mathrm{F}(x)$$

qui définit des limites supérieures et inférieures de l'intégrale y.

» On peut mettre, d'une infinité de manières, l'équation (1) sous la

---

(1) On a en effet

$$\frac{\partial}{\partial t}\frac{\partial u}{\partial x} = \mathrm{X}_1 \frac{\partial u}{\partial x} + \mathrm{Y}_1 \frac{\partial u}{\partial y} + x \frac{\partial}{\partial x}\left(\mathrm{X}_1 \frac{\partial u}{\partial x} + \mathrm{Y}_1 \frac{\partial u}{\partial y}\right),$$

d'où, en faisant $x = y = 0$ et en appelant c la valeur de $\frac{\partial u}{\partial x}$ pour $x = y = 0$,

$$\frac{\partial c}{\partial t} = \alpha c.$$

Mais, pour $t = 0$, $c = 1$; par conséquent $c = e^{\alpha t}$ et $\alpha \int_0^\tau c\, dt = e^{\alpha t} - 1$.

forme

$$\frac{dy}{dx} = \mathrm{F}(x, y, f) \tag{3}$$

où F est une fonction donnée de x, y, f et où f est un des coefficients en x figurant dans F, sur lequel nous porterons particulièrement notre attention.

» Nous appellerons, pour abréger le langage, *point ordinaire* du plan xoy tout point $x = a$, $y = b$ pour lequel la fonction F est déterminée, finie, continue, ne change pas de détermination et pour lequel, de plus, en posant

$$\frac{\partial}{\partial f}\mathrm{F}(x, y, f) = \Psi(x, y, f)$$

les deux quantités

$$\Psi[x_0 - \varepsilon, y_0, f(x_0 - \varepsilon)] \quad \text{et} \quad \Psi[x_0 + \varepsilon, y_0, f(x_0 + \varepsilon)]$$

sont du même signe pour ε suffisamment petit (¹).

» Si (x_0, y_0) est un point ordinaire, on peut, en premier lieu, en posant $f(x_0) = \rho$, déterminer deux valeurs constantes λ et μ telles qu'on ait $\lambda < \rho < \mu$ et que, t variant de $t = \lambda$ à $t = \mu$, la fonction $\Psi(x_0, y_0, t)$ considérée comme fonction de t, reste finie, continue et différente de zéro. En second lieu on peut déterminer, et cela d'une infinité de manières, deux fonctions $\varphi(x)$ et $\psi(x)$ satisfaisant aux conditions suivantes :

» 1° $\varphi(x_0) = \lambda$, $\psi(x_0) = \mu$;

» 2° Ces fonctions sont finies et continues dans un intervalle suffisamment petit mais fini de $x = a_1$ à $x = a_2$ (avec $a_1 < x_0 < a_2$);

» 3° Dans cet intervalle on a constamment

$$\varphi(x) < f(x) < \psi(x);$$

» 4° En désignant par u et v les intégrales respectives des équations

$$\frac{du}{dx} = \mathrm{F}(x, u, \varphi), \qquad \frac{dv}{dx} = \mathrm{F}(x, v, \psi), \tag{4}$$

prenant pour $x = x_0$ la valeur commune $u_0 = v_0 = y_0$, les fonctions u et v sont finies et continues dans un intervalle suffisamment petit, mais fini, de $x = \alpha_1$ à $x = \alpha_2$, tel que $\alpha_1 < x_0 < \alpha_2$.

(¹) Les points *non ordinaires*, au sens précédent, appartiennent à certaines courbes fixes dans le plan xoy, que l'on connaîtra d'avance, ou bien sont isolés et fixes.

» Les fonctions φ et ψ étant choisies comme il est dit, posons

$$R_1(x, \theta_1) = \varphi + (f - \varphi)\theta_1,$$
$$R_2(x, \theta_2) = f + (\psi - f)\theta_2,$$

où θ_1 et θ_2 sont deux nombres arbitraires, indépendants de x, et envisageons les deux fonctions

$$U(x, \theta_1) = \Psi(x, u, R_1), \qquad V(x, \theta_2) = \Psi(x, v, R_2)$$

considérées comme fonctions de x, θ_1, θ_2, après y avoir remplacé u, v, R_1, R_2 par leurs valeurs en x, θ_1, θ_2.

» Les fonctions U et V sont finies et continues pour $x = x_0$; de plus, les équations

$$U(x_0, \theta_1) = 0, \qquad V(x_0, \theta_2) = 0,$$

résolues par rapport à θ_1 et θ_2, n'ont aucune racine comprise entre o et 1. Ceci tient à ce qu'on a identiquement

$$U(x_0, \theta_1) = \Psi(x_0, y_0, R_1),$$
$$V(x_0, \theta_2) = \Psi(x_0, y_0, R_2),$$

et que, θ_1 et θ_2 variant de o à 1, les expressions R_1 et R_2 varient entre λ et μ.

» Les fonctions U et V ne s'annulent donc pas pour $x = x_0$ et ont un signe constant et convenu pour cette valeur de x, quelles que soient les valeurs de θ_1 et θ_2 entre o et 1. Mais cette propriété subsiste évidemment pour les valeurs de x comprises dans un certain intervalle suffisamment petit, mais fini, de $x = \beta_1$ à $x = \beta_2$, tel que $\beta_1 < x_0 < \beta_2$.

» On aura, par exemple, une limite inférieure de l'étendue de cet intervalle, en cherchant un intervalle de $x_0 - g_1$ à $x_0 + g_2$, tel qu'en désignant par (M_1, M_2) et (N_1, N_2) les limites respectives, entre lesquelles varient les fonctions (φ, ψ) et (u, v) pour x compris dans cet intervalle, la fonction $\psi(x, y, f)$ reste finie, continue et différente de zéro lorsque x varie de $x_0 - g_1$ à $x_0 + g_2$, y de N_1 à N_2 et f de M_1 à M_2.

» Enfin, le point (x_0, y_0) étant ordinaire et les fonctions u et v prenant pour $x = x_0$ la valeur $u_0 = v_0 = y_0$, il existe de part et d'autre de $x = x_0$ un certain intervalle de $x = \gamma_1$ à $x = \gamma_2$ (avec $\gamma_1 < x_0 < \gamma_2$), d'une étendue finie, et tel que tous les points (x, y), à l'intérieur du contour formé par les deux courbes $y = u(x)$ et $y = v(x)$ et les deux droites $x = \gamma_1$, $x = \gamma_2$, soient ordinaires.

» Les quatre intervalles ainsi définis

$$(a_1, a_2), \quad (\alpha_1, \alpha_2), \quad (\beta_1, \beta_2), \quad (\gamma_1, \gamma_2)$$

comprenant la valeur $x = x_0$, ont une partie commune de part et d'autre de la valeur $x = x_0$; soit l'intervalle

$$\text{de} \qquad x = x_0 - h_1 \qquad \text{à} \qquad x = x_0 + h_2,$$

cette partie commune, où h_1 et h_2 sont positifs. *A toute équation* (3) *et à chaque couple ordinaire* (x, y) *correspond un tel intervalle,* dont l'étendue, plus ou moins grande, suivant le cas considéré, *n'est jamais nulle.*

» Ceci étant, on démontre sans peine le théorème suivant qui constitue la généralisation annoncée :

» *Pour toute valeur de* x, *comprise dans l'intervalle de* $x = x_0 - h_1$ *à* $x = x_0 + h_2$, *l'intégrale* y *de* (3), *prenant pour* $x = x_0$ *la valeur donnée à l'avance* $y = y_0$, *est finie, continue et comprise entre les valeurs correspondantes des intégrales* u *et* v *des équations* (4), *qui, pour* $x = x_0$, *prennent la même valeur* $u_0 = v_0 = y_0$.

» On peut faire, pour ce théorème, des applications analogues à celles du théorème plus particulier *de la moyenne.* »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des fonctions fondamentales.* Note de M. **W. Stekloff**, présentée par M. Poincaré.

« Dans cette Note, je me permets d'indiquer une formule générale, concernant la théorie des fonctions fondamentales, qui peut avoir diverses applications importantes.

» Soit f une fonction donnée sur la *surface* (s), *à laquelle est applicable le théorème fondamental* [voir ma Note *Sur les problèmes fondamentaux de la Physique mathématique* (*Comptes rendus,* n° 10; 1899)] (¹).

» Supposons qu'on peut considérer f sur (s) comme une limite d'une

(¹) Je profite de l'occasion pour corriger une erreur typographique, dans cette Note; l'inégalité (p. 590, ligne 1, en remontant)

$$|V_k| < K^{\lambda - 1}$$

doit être remplacée, évidemment, par la suivante

$$|V_k| < K\lambda_1^k \qquad (0 < \lambda_1 < 1).$$

autre fonction F, finie et continue avec ses dérivées du premier ordre à l'intérieur de (s). Posons

$$f = \sum_{s=1}^{p} A_s V_s + R_p, \qquad A_s = \int \varphi f V_s ds,$$

$V_s (s = 1, 2, \ldots)$ étant des fonctions fondamentales, correspondant à la fonction positive φ, ne s'annulant pas sur (s); ds étant l'élément superficiel de la surface (s). Soit V la fonction harmonique satisfaisant à la condition

$$(1) \qquad \frac{\partial V_i}{\partial n} = \lambda \varphi V + \varphi \psi \text{ sur } (s),$$

λ étant un paramètre, ψ étant une fonction donnée.

» La série

$$(2) \qquad V = v_0 + \lambda v_1 + \ldots + \lambda^s v_s + \ldots,$$

v_s étant des fonctions harmoniques convergentes, pourvu que

$$|\lambda| < \lim \frac{\sqrt{W_{s-1}}}{\sqrt{W_s}},$$

où W_s désigne l'intégrale $\int \varphi v_s^2 \, ds$.

» On peut démontrer le théorème suivant :

» *Si dans l'équation* (1) ψ *satisfait aux conditions*

$$\int \psi \varphi V_s ds = 0 \qquad (s = 1, 2, \ldots, p),$$

on a

$$\lim \frac{\sqrt{W_{s-1}}}{\sqrt{W_s}} \geqq k_p,$$

où k_p est un nombre caractéristique, correspondant à la fonction fondamentale V_p.

» Posons, dans (1), $\psi = R_p$. On a

$$\int \varphi R_p V_s ds = 0 \qquad (s = 1, 2, \ldots, p).$$

Par conséquent

$$(3) \qquad \frac{W_0}{W_1} > \lim \frac{W_{s-1}}{W_s} \geqq k_p^2.$$

Désignos par $d\tau$ l'élément de volume du domaine, intérieur à (s). Nous

aurons

$$K = \frac{\int \sum \left(\frac{\partial R_p}{\partial x}\right)^2 d\tau}{\int R_p^2 \varphi\, ds} > \frac{\int R_p^2 \varphi\, ds}{\int \sum \left(\frac{\partial v_0}{\partial x}\right)^2 d\tau}.$$

Mais

$$\int \sum \left(\frac{\partial v_0}{\partial x}\right)^2 d\tau < \sqrt{\int \varphi v_0^2\, ds}\, \sqrt{\int \varphi R_p^2\, ds},$$

d'où, en vertu de (3),

$$K > \frac{\sqrt{\int R_p^2 \varphi\, ds}}{\sqrt{\int \varphi v_0^2\, ds}} = \frac{\sqrt{W_0}}{\sqrt{W_1}} \geqq k_p.$$

Comme *l'intégrale*

$$\int \sum \left(\frac{\partial R_p}{\partial x}\right)^2 d\tau$$

est une fonction décroissante de p, *et que* k_p *croît indéfiniment avec* p, on a

$$\lim \int \varphi R_p^2\, ds = 0.$$

Donc

(4) $$\int \varphi f^2\, ds = \sum_{s=1}^{\infty} A_s^2.$$

» *Il est aisé d'étendre cette égalité au cas plus général, quand* f *n'est que fini et continu sur* (s). Il faut pour cela employer le théorème connu de M. Picard sur le développement d'une fonction donnée, finie et continue, suivant les polynomes entiers $P_s (s = 1, 2, \ldots)$.

» De l'égalité (4) nous tirerons le théorème suivant :

» *Si* f *est une fonction finie et continue sur* (s), ψ *est une fonction intégrable, satisfaisant à la condition*

$$\int \psi^2\, ds < K,$$

K *étant un nombre assignable, on a*

$$\int f \varphi \psi\, ds = \sum_{s=1}^{\infty} A_s B_s, \qquad A_s = \int f \varphi V_s\, ds, \qquad B_s = \int \psi \varphi V_s\, ds,$$

(5) $$\int f \psi\, ds = \sum_{s=1}^{\infty} A_s B'_s, \qquad B'_s = \int \psi V_s\, ds,$$

où $V_s (s = 1, 2, \ldots)$ *sont les fonctions fondamentales, correspondant à la fonction* φ.

» De ces formules générales on peut déduire quelques conséquences importantes, que j'exposerai, si l'Académie me le permet, dans une autre Communication. »

PHYSIQUE. — *Perfectionnements à l'interrupteur électrolytique de Wehnelt.* Note de M. **J. Carpentier**, présentée par M. d'Arsonval.

« Dans la séance du 27 février 1899, M. d'Arsonval a signalé à l'Académie la belle expérience qu'a récemment exécutée et publiée le Dr Wehnelt, de Charlottenbourg.

» Ce savant, se basant sur la forme ondulatoire que prend un courant électrique traversant certains électrolytes liquides, l'eau acidulée en particulier, dans un voltamètre à électrodes très inégales, a eu l'idée d'intercaler un pareil voltamètre dans le circuit primaire d'une bobine d'induction; il a obtenu d'emblée un interrupteur original et doué d'une efficacité extraordinaire.

» Actionné notamment par une source de haut voltage (120 volts environ), l'appareil produit un nombre d'interruptions qui peut atteindre facilement le chiffre de 1500 à 2000 et fait jaillir, entre les extrémités du circuit secondaire de la bobine, un flot d'étincelles tellement drues qu'elles se soudent pour ainsi dire les unes aux autres, dans un arc qui prend l'aspect d'une longue chenille velue et onduleuse.

» Dès que l'expérience a été connue en France, elle a été répétée dans tous les laboratoires, et les constructeurs ont cherché à donner au nouvel interrupteur une forme pratique. J'ai moi-même entrepris, dans mon propre laboratoire, des études sur cette question.

» Autant l'expérience est facile à réaliser quand on dispose d'une source à haut voltage, autant elle est rebelle, impraticable, quand on cherche à la produire au moyen de quelques éléments de piles ou accumulateurs. C'est cependant à l'aide d'une dizaine d'accumulateurs seulement que je vais actionner la grosse bobine que j'ai fait apporter dans la salle des séances.

» Pour tourner la difficulté contre laquelle tout le monde s'est heurté d'abord, j'ai recours à un artifice fondé sur une observation due à mon collaborateur, M. Armagnat. Il a remarqué, en effet, que le voltage nécessaire pour produire le phénomène est lié à la température de l'eau acidulée

qui remplit le voltamètre : que plus chaude est cette eau acidulée, plus bas peut être le voltage de la source utilisée.

» L'appareil que je présente à l'Académie est donc disposé de manière à fonctionner à chaud. Au moment de faire l'expérience, le liquide qu'il contient est, par un procédé quelconque, porté à 80°, 90° et même 100°; mais ensuite il est inutile de recourir à une source extérieure de chaleur pour entretenir cette température. L'appareil est en effet soigneusement entouré d'une double enveloppe comprenant des corps isolants et ainsi mis à l'abri du refroidissement par rayonnement; la chaleur engendrée d'autre part par le fonctionnement même de l'appareil répare les pertes dues aux autres causes.

» Dans les conditions de l'expérience, il y a forcément entraînement de vapeurs acides. Pour éviter l'inconvénient qui pourrait en résulter, l'appareil est clos et le dégagement du gaz se fait dans un flacon laveur contenant un bain alcalin.

» Une autre particularité importante du modèle que je soumets à l'Académie est un dispositif qui permet de régler la longueur de la partie active du fil de platine qui constitue l'électrode de petite surface. Ce réglage, qui présente le caractère de la *continuité*, est capital : c'est grâce à lui qu'on arrive, pour ainsi dire, à *accommoder* l'appareil aux conditions dans lesquelles il doit fonctionner, conditions qui dépendent de la bobine à actionner, de la source employée, de la température de l'interrupteur, de l'étincelle à produire, etc. Sans ce réglage, l'expérience, dans bien des cas, échoue. »

PHYSIQUE. — *Contribution à l'étude de l'interrupteur Wehnelt.* Note de M. **H. Armagnat**, présentée par M. d'Arsonval.

« L'observation du courant inducteur dans une bobine de Ruhmkorff, faite au moyen du rhéographe Abraham, lorsque les interruptions sont produites par l'interrupteur Wehnelt, montre que le courant primaire n'est pas oscillatoire, c'est-à-dire qu'il ne change pas de sens. Les oscillations apparaissent si l'on met, en dérivation sur l'interrupteur, un condensateur, même de faible capacité. Avec un microfarad, le courant, dans une bobine de 25^{cm} d'étincelle, présente, au moment de la rupture, la même forme qu'avec les interrupteurs ordinaires. Il n'y a donc pas lieu d'invoquer la capacité électrolytique pour expliquer le phénomène, au moins dans ses grandes lignes.

» L'explication la plus plausible paraît être la suivante. Il existe, au contact de l'anode et de l'électrolyte, une résistance qui augmente assez rapidement avec la température, de telle sorte que l'énergie dépensée à la surface de contact amène l'échauffement rapide de l'anode et du liquide environnant et la vaporisation de celui-ci. Finalement, l'anode ayant atteint une température assez élevée, il se forme une gaine de vapeur de résistance infinie; le courant se trouve rompu.

» Le gaz recueilli à l'anode est un mélange d'hydrogène et d'oxygène; cependant, comme l'anode n'atteint la température du rouge sombre qu'au moment où le phénomène de Wehnelt disparaît, il est difficile d'admettre la dissociation de la vapeur. L'observation au spectroscope montre que les gaz seuls sont incandescents, ce qui explique la couleur rosée que prend l'anode. Cette incandescence est due à l'*étincelle de rupture,* car elle augmente avec la self-induction du circuit; si, pour une intensité déterminée, on règle l'interrupteur de façon à obtenir le phénomène de Wehnelt, avec ou sans self dans le circuit, on constate que, dans le dernier cas, l'incandescence disparaît entièrement.

» La résistance au contact est une fonction de l'intensité du courant I, du temps t et de la température θ de l'électrolyte; elle est, toutes choses égales d'ailleurs, en raison inverse de la surface S de l'anode. Si nous appelons $\frac{f(\mathrm{I}, t, \theta)}{\mathrm{S}}$ cette résistance, R la résistance constante de tout le reste du circuit, L le coefficient de self du primaire, supposé constant, E la force électromotrice de la source d'électricité employée, l'intensité a pour valeur, à un instant quelconque, en négligeant l'action du secondaire de la bobine,

$$(1) \qquad \mathrm{I} = \frac{\mathrm{E} - \mathrm{L}\frac{d\mathrm{I}}{dt}}{\frac{f(\mathrm{I}, t, \theta)}{\mathrm{S}} + \mathrm{R}}.$$

» Le courant croît jusqu'au moment où

$$\mathrm{I}_1 = \frac{\mathrm{E}}{\frac{f(\mathrm{I}, t_1, \theta)}{\mathrm{S}} + \mathrm{R}};$$

à partir de ce moment il décroît et la force électromotrice de self, $\mathrm{L}\frac{d\mathrm{I}}{dt}$, s'ajoute à E pour prolonger la durée de la rupture, malgré l'énorme augmentation de la résistance produite par la couche de vapeur. C'est au

moment de la plus grande variation de I que se produit l'étincelle de rupture.

» Le moment où l'intensité décroît est, toutes choses égales d'ailleurs, atteint d'autant plus vite que la force électromotrice E est plus élevée ou que S est plus petit; c'est ce qui explique que la fréquence augmente avec E et en raison inverse de S.

» A la rupture $L\frac{dI}{dt}$ devient beaucoup plus important que E; on peut, comme première approximation, négliger ce dernier terme et l'on a, en appelant M le coefficient d'induction mutuelle des deux circuits de la bobine, e la force électromotrice induite dans le secondaire, abstraction faite de la réaction de celui-ci,

$$(2) \qquad e = M\frac{dI}{dt} = \frac{-M}{L} I \left[\frac{f(I, t, \theta)}{S} + R\right].$$

» La fonction $f(I, t, \theta)$ n'est pas à calculer, puisque nous ignorons comment se répartit la chaleur dégagée dans l'électrolyte, ainsi que la relation entre la température et la résistance au contact; nous savons seulement que cette résistance augmente beaucoup, puisque, vers 90°, il faut une surface d'anode quatre ou cinq fois plus grande pour obtenir la même intensité qu'à la température ambiante. De l'équation (1) et des courbes obtenues au rhéographe on pourra tirer une valeur approchée de $f(I, t, \theta)$, dans chaque cas particulier.

» L'équation (2) montre que la force électromotrice induite dans le secondaire est simplement proportionnelle au coefficient de transformation de la bobine, c'est-à-dire à peu près au rapport des nombres de tours de fil dans les deux circuits. Pour une bobine donnée, on augmente e en diminuant le nombre de tours du primaire, c'est-à-dire en *diminuant* la self-induction de ce circuit; mais la force électromotrice e ne varie pas si, laissant les nombres de tours invariables, on augmente ou diminue la self en faisant varier la résistance magnétique de la bobine, ce qui agit à la fois sur M et sur L.

» Pour expliquer le rétablissement du courant après la rupture, il faut remarquer que la vapeur se dégage en grosses bulles à la surface de l'anode, entraînant avec elle les gaz de l'électrolyse, de telle sorte que le liquide revient facilement au contact de l'anode, dès que celle-ci est refroidie. »

PHYSIQUE. — *Sur la décomposition d'un courant à haut potentiel en une succession de décharges disruptives.* Note de M. H. **Abraham**, présentée par M. J. Violle.

« 1. Soit donné un transformateur à haut voltage, actionné par un courant alternatif. Mettons les extrémités du secondaire en connexion, d'une part, avec les armatures d'un condensateur et, d'autre part, avec les électrodes d'un déflagrateur. Si les électrodes du déflagrateur sont suffisamment rapprochées, le courant induit passe de l'une à l'autre à travers l'air.

» Ayant eu à m'occuper, pendant plusieurs années, des phénomènes qui se produisent dans ces conditions, j'ai rassemblé un certain nombre de données que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie.

» 2. Envoyons d'abord, dans le transformateur, un courant intense. Il se produit, dans le déflagrateur, une véritable *flamme*. Cette flamme n'a aucune rigidité particulière; elle s'élève ou s'incline au gré des courants d'air que l'on crée, ou qu'elle-même contribue à produire.

» Au miroir tournant, l'observation directe, comme la photographie [1], montrent que la flamme s'éteint à chaque changement de sens du courant et se rallume spontanément, sans qu'aucune décharge disruptive l'amorce.

» Un point essentiel est que cette flamme ne met pas le transformateur en *court-circuit*. Une flamme de 2^{cm} donne, par exemple :

$$E = 2550 \text{ volts pour } I = 48,5 \text{ milliampères.}$$

» On observe, d'ailleurs, une augmentation de voltage quand on diminue l'intensité :

$$E = 3400 \text{ volts pour } I = 20 \text{ milliampères.}$$

» 3. Si l'intensité du courant est diminuée progressivement par un procédé quelconque (ou bien si l'on fait croître la capacité en dérivation), il est impossible que le régime de la flamme stable puisse se maintenir constamment, car il arriverait nécessairement un moment où, pour se charger au potentiel E, le condensateur absorberait plus d'électricité que n'en débite le courant I. A ce moment, on sera nécessairement passé à un régime de décharges disruptives.

» Tout d'abord, on aura vu disparaître le rallumage spontané de la flamme. Maintenant, le condensateur se charge au début de chaque demi-période; il se décharge brusquement quand il a atteint un voltage suffisant, et cette décharge disruptive est capable d'amorcer une *flamme* qui dure jusque vers la fin de la demi-période (*fig.* 1).

---

[1] L'image de la flamme *vient* mal en photographie : on n'a guère d'impression que pour l'un de ses points d'attache (voir *fig.* 1).

Fig. 1.

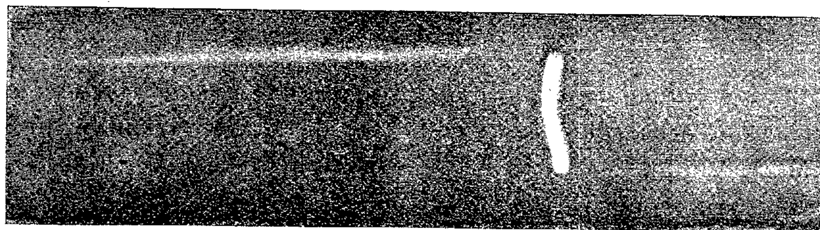


Fig. 2.



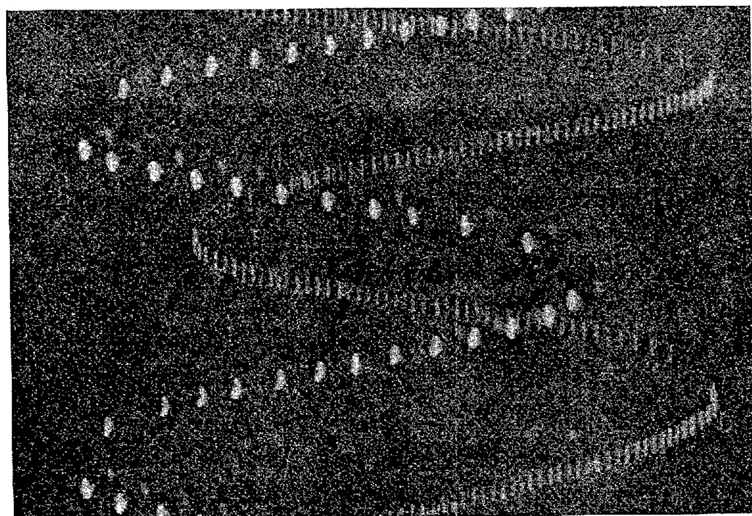
Fig. 3.



» Mais, si, à l'instant de la décharge, le courant n'a pas encore une intensité qui suffise à l'entretien de la flamme, celle-ci ne s'établira qu'après deux décharges, ou trois, ..., ou ne s'allumera plus ; et le courant à haut voltage se sera spontanément décomposé en une succession de décharges disruptives (*fig.* 2).

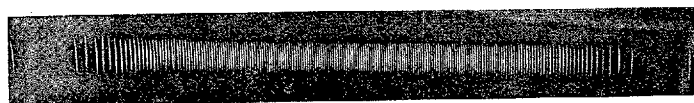
» 4. On obtient une décomposition du courant en décharges indépendantes et, par conséquent, *égales*, en injectant dans le déflagrateur un courant d'air ou de vapeur

Fig. 4.



qui, après chaque étincelle, entraîne au loin la masse de gaz qui vient d'être modifiée par la décharge et pour laquelle le potentiel explosif serait moindre que pour de l'air *neuf*. Avec un soufflage insuffisant (ou bien avec le soufflage magnétique), on voit les étincelles successives passer l'une après l'autre dans la même masse d'air qui s'éloigne relativement peu vite, jusqu'à ce qu'elles recommencent à éclater directement entre les électrodes, sans aller suivre un chemin détourné devenu trop long (*fig.* 2).

Fig. 5



» 5. Au contraire, avec un soufflage énergique, le phénomène est exactement tel qu'on peut le calculer en admettant que le condensateur débite par portions égales l'électricité qui lui vient, sans interruption, du transformateur.

» A. Pendant chaque demi-période du courant, les décharges successives doivent se succéder d'autant plus vite que le courant est plus intense. Nous le vérifions (*fig.* 3) en déplaçant verticalement la plaque photographique sur laquelle nous pro-

jetons l'image réelle de l'étincelle à l'aide d'un miroir concave porté par le cadre mobile d'un galvanomètre parcouru par une dérivation du courant primaire.

» B. Allons plus loin. La fréquence des étincelles doit suivre quantitativement les variations d'intensité du courant. Pour le montrer, il nous suffit de placer une capacité auxiliaire dans le circuit du galvanomètre. Grâce au retard d'un quart de période, la comparaison des deux quantités se fait d'elle-même; les images des étincelles successives sont équidistantes (*fig.* 4).

» C. Sur cette dernière figure, on voit deux séries d'étincelles. Elles correspondent à deux expériences consécutives pour lesquelles les capacités principales étaient dans le rapport de 1 à 4. On peut constater que l'écartement des images a varié dans la même proportion.

» D. Enfin le fractionnement du courant peut être poussé aussi loin qu'on le désire : sur la *fig.* 4, on comptait cinquante décharges pour une demi-période; on en comptera deux cents sur la *fig.* 5 (plaque immobile).

» 6. Les faits que nous venons de passer en revue se rattachent directement aux expériences de Gaugain. Ils fournissent l'explication de la décharge intermittente découverte par Feddersen. Ils jouent un rôle essentiel dans la production des étincelles efficaces de Hertz, dans les phénomènes qui s'y rattachent et dans les applications qu'on en peut faire. A ce titre ils ont été déjà rencontrés, les uns ou les autres, par différents expérimentateurs. Je signalerai, entre autres, les observations de Du Moncel et celles, plus récentes, de M. Tom Moll, de M. Classen et, particulièrement, de M. le Dr d'Arsonval. »

PHYSIQUE. — *Redresseur cathodique pour courants induits.* Note de M. P. Villard (1), présentée par M. J. Violle.

« J'ai montré, dans un travail antérieur (2), qu'à une pression donnée la résistance électrique d'un tube de Crookes dépend uniquement de la section du courant gazeux positif qui alimente l'émission cathodique. Ce courant, repoussé par les parois, peut être à volonté resserré, et rendu ainsi plus résistant, par l'emploi de tubes étroits et de cathodes de faible diamètre.

» Cette propriété permet de construire une ampoule dissymétrique constituant une soupape électrique très efficace et capable de supporter le débit d'une forte bobine d'induction.

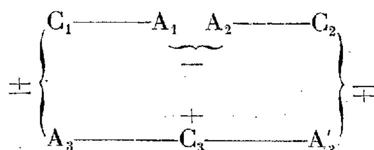
(1) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

(2) *Journal de Physique*, 3e série, t. VIII, p. 5.

» L'une des électrodes est constituée par une grande spirale, en fil d'aluminium, placée dans une ampoule en verre de 400^{cc} environ ; l'autre électrode est un disque d'aluminium de quelques millimètres de diamètre seulement, placé dans un tube étroit et légèrement étranglé en avant du disque, de manière à gêner le plus possible l'afflux d'alimentation cathodique. Pour un degré de vide convenable, l'étincelle équivalente qui mesure la résistance de l'appareil est inférieure à 1^{mm} si la spirale est cathode, et atteint 15^{cm} pour le sens opposé du courant. Si la force électromotrice agissante ne dépasse pas 50 000 à 60 000 volts, la spirale peut donc seule être cathode, et, suivant le sens de la différence de potentiel, on a à volonté le phénomène de Geissler ou celui de Hittorff.

» Adaptée au secondaire d'une bobine de Ruhmkorff dont le primaire est parcouru par un courant alternatif, cette ampoule ne laisse passer qu'une alternance sur deux du courant induit, ce qui permet d'actionner les tubes de Crookes aussi bien qu'en employant une source à courants continus et un interrupteur. Le fonctionnement de l'appareil est silencieux et le passage, souvent nuisible, du courant inverse est rendu impossible. La chute de potentiel se faisant presque tout entière dans le tube de Crookes, il en résulte que la perte d'énergie dans l'ampoule séparatrice est pratiquement négligeable et celle-ci ne s'échauffe pas sensiblement.

» L'emploi de trois ampoules analogues à la précédente permet d'utiliser les deux alternances du courant induit et d'obtenir des courants redressés. La disposition qu'il convient d'adopter est indiquée par le schéma suivant dans lequel les traits correspondent au passage du courant dans un espace rempli de gaz raréfié ; les lettres C_1 désignent les électrodes en spirale qui seules peuvent être cathodes :



» Deux ampoules C_1A_1 et C_2A_2 sont reliées électriquement par leurs anodes A_1, A_2. Une troisième ampoule, à cathode C_3, porte deux anodes égales A_3, A'_3. On fait communiquer C_1 et A_3 avec l'une des bornes du secondaire de la bobine, C_2 et A'_3 avec l'autre. (A_1A_2) et C_3 constituent respectivement la cathode et l'anode du circuit d'utilisation qui sera constitué, par exemple, par une étincelle ou un tube de Crookes.

» Une charge négative ne peut traverser l'appareil que dans le sens $C_1A_1C_3A'_3$ ou $C_2A_2C_3A_3$. Le circuit d'utilisation $(A_1A_2)C_3$ sera donc parcouru par des courants redressés, et cela dans des conditions de rendement très satisfaisantes.

» Le dispositif précédent permet en même temps de vérifier que, dans un tube de Geissler ou de Crookes, l'anode n'est le siège d'aucun phénomène calorifique particulier : malgré ses dimensions très restreintes le dégagement de chaleur n'est pas plus considérable à son contact que dans le reste du tube étroit qui la renferme ; les cathodes, au contraire, malgré

leur grande dimension et le volume considérable de l'ampoule qui les contient, s'échauffent notablement si le circuit d'utilisation est peu résistant. Ces conséquences sont entièrement conformes à la théorie que j'ai donnée antérieurement des phénomènes cathodiques. »

CHIMIE. — *Sur le sous-oxyde d'argent* (1). Note de M. **Guntz**.

« De nombreuses recherches ont été faites jusqu'ici sur les sels de sous-oxyde d'argent, dont Wœhler, le premier, a cru établir l'existence.

» Muthmann (2) a montré que, dans toutes les préparations indiquées, on n'avait obtenu que des mélanges d'argent et d'oxyde d'argent.

» Dans un travail postérieur à celui de Muthmann, Pforten (3), dans la réduction de l'oxyde d'argent en solution alcaline, signale la formation du sous-oxyde Ag^4O; mais, ne pouvant dessécher ce composé, il finit par considérer lui-même (4) le produit obtenu comme un hydrate d'argent.

» Quoiqu'il soit facile d'obtenir de grandes quantités de sous-fluorure d'argent Ag^2F bien cristallisé (5), l'existence du sous-oxyde d'argent Ag^4O est fort contestée.

» J'ai réussi à prouver l'existence de ce composé et à l'obtenir pur en étudiant la décomposition de l'oxyde Ag^2O par la chaleur, de la manière suivante :

» L'oxyde d'argent, préparé par la décomposition d'une solution de $AgAzO^3$ par une solution de NaOH bien exempte de Na^2CO^3, est desséché d'abord avec le plus grand soin. Il faut, pour cela, le chauffer à 150° dans le vide, pendant une demi-heure au moins, pour le débarrasser des dernières traces de vapeur d'eau qui sont retenues très énergiquement. La décomposition de Ag^2O ne commence guère que vers 250°, et encore, à cette température, elle est très lente; mais au bout d'un temps suffisant, variable avec l'état physique de Ag^2O, la décomposition est complète, sans que l'on puisse observer de composé intermédiaire. Si, au contraire, on enferme en tube scellé un poids considérable de Ag^2O, que l'on chauffe, par exemple, huit jours à 358° (vapeur de mercure), on constate que la décomposition n'est plus complète et qu'elle est arrêtée par la pression de l'oxygène dégagé.

---

(1) Travail fait à l'Institut chimique de Nancy.

(2) Muthmann, *Berichte*, t. XX, p. 983.

(3) Pforten, *Berichte*, t. XVIII, p. 1407.

(4) Pforten, *Berichte*, t. XXI, p. 2288.

(5) Guntz, *Comptes rendus*, t. CX, p. 1337.

» Après de nombreux essais, j'ai réussi à mesurer cette tension de dissociation de la manière suivante :

» L'oxyde d'argent est placé dans un tube en verre épais, auquel est soudé un tube capillaire de 40^{cm} de longueur environ, qui sort de l'enceinte chauffée. A l'extrémité de ce tube, on scelle à la glue marine une garniture de laiton, reliée par un tube fin de cuivre à un manomètre de précision gradué de 0 à 100 et dont chaque division correspond à une pression de 1^{kg} par centimètre carré.

» Dans ces conditions, on constate que, lorsqu'on chauffe à 358° l'oxyde d'argent Ag^2O, la pression augmente très lentement dans l'appareil, puis s'arrête lorsqu'on a obtenu la tension de dissociation cherchée. Nous avons obtenu ainsi, au bout de cinquante heures, une pression stationnaire de 51^{kg} par centimètre carré, c'est-à-dire environ 49 atmosphères pour la tension de dissociation



$$Ag^4O = Ag^4 + O.$$

» Si l'on diminue la pression de 51^{kg}, en laissant sortir de l'oxygène, on constate que la pression revient au même point; on peut même perdre de l'oxygène une deuxième fois; si l'on a employé un poids d'Ag^2O suffisant, on obtient de nouveau la même tension.

» On peut démontrer de la manière suivante que l'on a bien la tension de dissociation du sous-oxyde Ag^4O, se décomposant en argent et oxygène, et non celle de l'oxyde d'argent.

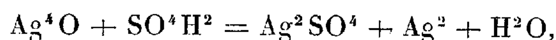
» Dans un tube de verre, de volume intérieur connu, on place : 1° un poids de $KMnO^4$ suffisant pour dégager, à 358°, un volume d'oxygène donnant une pression supérieure de quelques atmosphères à 49 atmosphères; 2° deux tubes de verre contenant des poids connus d'argent et d'oxyde d'argent Ag^2O; et l'on chauffe le tout trois jours à 358°.

» Le tube, refroidi rapidement, est ouvert avec précaution et les deux tubes sont pesés. J'ai trouvé ainsi

	Ag^2O employé.	Perte observée.	Perte calculée pour la réaction $2Ag^2O = Ag^4O + O$.
Tube Ag^2O.....	$8^{gr},9082$	3,39 %	3,44 %
	Ag employé.	Augmentation observée.	Augmentation calculée pour la réaction $4Ag + O = Ag^4O$.
Tube Ag.........	$8^{gr},2853$	3,88 %	3,67 %

» Ces résultats expliquent pourquoi, dans l'oxydation de l'argent par l'oxygène sous pression, il semble qu'on ne puisse oxyder, dans les conditions indiquées par M. Le Chatelier, que la moitié de l'argent contenu dans le tube. Il se forme, en effet, du sous-oxyde d'argent Ag^4O décomposable

par l'acide sulfurique étendu,



$$Ag^4O + SO^4H^2 = Ag^2SO^4 + Ag^2 + H^2O,$$

et non pas de l'oxyde d'argent. Il faut des pressions bien supérieures à celles des expériences de M. Le Chatelier pour obtenir l'oxyde Ag^2O, comme je l'ai vérifié. Je compte d'ailleurs revenir bientôt sur la tension de dissociation de Ag^2O en $Ag^4O + O$, et sur les propriétés du sous-oxyde d'argent Ag^4O. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la solubilité dans l'eau des acides normaux de la série oxalique*. Note de M. F. **Lamouroux**.

« Dans une Note publiée en 1884 ([1]), L. Henry a fait observer que les acides de la série oxalique peuvent être divisés en deux groupes : l'un, comprenant les acides à nombre pair d'atomes de carbone, qui sont peu solubles dans l'eau; l'autre, comprenant les acides à nombre impair d'atomes de carbone, qui sont, au contraire, aisément solubles dans ce dissolvant.

Solubilités pour 100 parties en poids.

C^2 acide	oxalique.....	5,3 à 10°	C^3 acide	malonique...	139 à 15°
C^4 »	succinique...	4,22 à 8°,5	C^5 »	glutarique...	83 à 14°
C^6 »	adipique.....	1,44 à 15°	C^7 »	pimélique....	Très soluble.
C^8 »	subérique....	Peu soluble.			
C^{10} »	sébacique....	Peu soluble.			

» Le Tableau ci-dessus ayant été établi pour cinq acides seulement à la température d'environ 15°, je me suis proposé d'abord de compléter ces observations en les étendant à d'autres acides, et ensuite de rechercher si la loi de Henry se vérifie également à des températures plus élevées.

» Les solubilités dans l'eau n'étant connues que pour les acides oxalique (Alluard) et succinique (Bourgoin), j'ai déterminé celles des acides malonique, glutariqne, subérique, azélaïque, sébacique. Au cours de ces expériences, j'ai constaté la décomposition des solutions saturées d'acide malonique à partir de 68°; il se dégage d'énormes bulles d'acide carbonique et

([1]) Henry, *Comptes rendus*, t. XCIX.

la liqueur renferme ensuite de l'acide acétique. J'ai été ainsi amené à déterminer à quelle température commencent à se décomposer les solutions saturées d'acide oxalique; j'ai observé le dégagement de bulles d'acide carbonique à partir de 66° [1]; c'est ce qui m'a fait adopter 65° comme limite supérieure de nos déterminations; les autres acides n'ont pas présenté de décomposition à ces températures.

» Les nombres obtenus expérimentalement ont été portés sur une feuille de papier quadrillé et j'ai construit les courbes des solubilités représentant le poids d'acide anhydre dissous dans 100^{cc} de dissolution. Ces courbes ont permis de déterminer les solubilités aux diverses températures intermédiaires; je les résume dans le Tableau ci-dessous, pour six séries de températures comprises entre 0° et 65°.

	0°.	15°.	20°.	35°.	50°.	65°.
C^2 acide oxalique....	3,3	7,0	8,6	15,4	25,4	37,1
C^4 » succinique..	2,79	4,9	5,8	10,6	18,0	28,1
C^6 » adipique....	»	1,4	»	»	»	»
C^8 » subérique...	0,08	0,13	0,16	0,45	0,98	2,22
C^{10} » sébacique...	0,004	»	0,10	0,16	0,22	0,42
C^3 » malonique..	61,1	70,2	73,5	82,6	92,6	102,3
C^5 » glutarique...	42,9	58,7	63,9	79,7	95,7	111,8
C^7 » pimélique...	»	»	5,0	»	»	»
C^9 » azélaïque...	0,10	0,15	0,24	0,45	0,82	2,2
C^{11} » brassylique..	insoluble	»	»	»	»	»

» L'examen de ce Tableau montre :

» 1° Que l'acide pimélique signalé par M. Henry comme *très soluble* est en réalité fort peu soluble;

» 2° Que les acides du groupe pair sont relativement peu solubles et que la solubilité décroît rapidement avec l'élévation du poids moléculaire;

» 3° Que, pour les acides du groupe impair, il n'y a que les deux premiers qui soient en réalité *très solubles* (leur solubilité en fonction de la température est représentée par une ligne droite): quant aux suivants, ils ne sont pas plus solubles que leurs homologues du groupe pair;

» 4° L'acide glutarique présente une particularité : sa solubilité augmente plus rapidement que celle de l'acide malonique; sa droite coupe celle de l'acide malonique à 42°.

» *En résumé,* les acides de la série oxalique à nombre pair ou impair

---

(1) CARLES (*Bull. Soc. chim.*, t. XIV, p. 142) dit que les solutions aqueuses d'acide oxalique se dissocient faiblement à 100°.

d'atomes de carbone sont en général peu solubles dans l'eau; seuls les acides malonique et glutarique font exception et sont très solubles. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la solubilité dans l'eau des acides maloniques substitués.* Note de MM. G. **Massol** et F. **Lamouroux**.

« Il était intéressant de déterminer la solubilité dans l'eau des acides maloniques substitués et de la comparer avec celle des diacides normaux de la série oxalique renfermant le même nombre d'atomes de carbone.

» Nous avons, dans ce but, déterminé la solubilité des cinq premiers termes de la série des acides maloniques monosubstitués, pour des températures comprises entre 0° et 50°. (Les déterminations deviennent impossibles à une température plus élevée, à cause de la décomposition qui se produit vers 60° pour tous ces acides; on observe, en effet, un abondant dégagement de bulles d'acide carbonique au sein des solutions saturées.)

» Nous résumons, sous forme de Tableau, les résultats expérimentaux que nous avons obtenus :

Poids d'acide anhydre dissous dans 100cc *de dissolution.*

T.	0°.	15°.	25°.	50°.
C^3 Acide malonique............	61,1	70,2	76,3	92,6
C^4 » méthylmalonique.......	44,3	58,5	67,9	91,5
C^5 » éthylmalonique........	52,8	63,6	71,2	90,8
C^6 » *n*-propylmalonique.....	45,6	60,1	70,0	94,4
C^7 » *n*-butylmalonique......	11,6	30,4	43,8	79,3
C^8 » iso-amylmalonique......	38,5	51,8	60,8	83,4

» Nous pouvons tirer des résultats ci-dessus les conclusions suivantes :

» 1° Tous ces acides sont extrêmement solubles dans l'eau et, si l'on représente graphiquement les solubilités en fonction de la température, on obtient des lignes droites qui se coupent entre 30° et 45°.

» 2° L'introduction d'un radical hydrocarboné diminue la solubilité de l'acide malonique. Les acides à nombre impair d'atomes de carbone C^3 et C^5 sont plus solubles que les acides pairs C^4 et C^6, de 0° à 25°; mais les différences s'affaiblissent à mesure que la température s'élève, et la solubilité de ces quatre acides est sensiblement la même vers 50°.

» 3° Pour les températures peu élevées, on peut observer que, pour

chacun des groupes pair et impair, la solubilité décroît avec l'augmentation du poids moléculaire, lentement pour les premiers termes, rapidement ensuite, car l'acide *n*-lenthylmalonique (C^7) est déjà bien moins soluble, et les auteurs indiquent l'acide heptylmalonique (C^{10}) comme peu soluble et l'acide cétylmalonique (C^{19}) comme insoluble dans l'eau.

» Le même fait se reproduit pour les acides maloniques bisubstitués; nous avons trouvé dans nos recherches bibliographiques les indications suivantes :

C^5	acide diméthylmalonique..	très soluble dans l'eau
C^6	» méthyléthylmalonique.......	soluble dans l'eau
C^{19}	» dioctylmalonique...........	insoluble dans l'eau
C^{35}	» dicétylmalonique...........	insoluble dans l'eau

» 4° Si maintenant l'on compare les acides maloniques substitués avec les acides normaux correspondants, on observe que ces derniers sont beaucoup moins solubles :

Solubilités à 15°.

C^4	acide succinique..........	4,9	C^4	acide méthylmalonique.......	58,5
C^5	» glutarique............	58,7	C^5	» éthylmalonique........	63,6
C^6	» adipique.............	1,4	C^6	» *n*-propylmalonique.....	60,1
C^7	» pimélique............	5,0	C^7	» *n*-butylmalonique......	30,4
C^8	» subérique............	0,13	C^8	» iso-amylmalonique.....	51,8

» 5° Le fait qui se dégage de ces diverses observations, c'est que l'acide malonique et les acides maloniques monosubstitués sont beaucoup plus solubles que leurs homologues normaux renfermant le même nombre d'atomes de carbone.

» Il semble que la solubilité dépend surtout du groupement malonique $COOH - CH(R)' - COOH$; cependant, il n'est pas possible de généraliser cette conclusion et de dire que, dans les séries des diacides substitués, la solubilité dépend de l'acide normal primitif, car la série succinique, par exemple, fournit des résultats complètement différents.

» On a, en effet :

Solubilités à 15°.

C^4	acide succinique.....................	4,9
C^5	» méthylsuccinique...............	66,6
C^6	» diméthylsuccinique sym..........	30,0
C^6	» éthylsuccinique.................	très soluble
C^7	» iso-propylsuccinique............	très soluble

d'où il résulte que l'acide succinique est beaucoup moins soluble que les acides succiniques substitués.

» 6° La loi (s'il en existe une) qui relie les solubilités à la structure moléculaire de ces acides paraît donc très complexe; outre l'existence d'un groupe pair et impair dans chaque série, il y a lieu de tenir compte de la solubilité de l'acide normal, puis de la constitution des hydrocarbures substitués, du nombre de chaînes latérales et de leur position, enfin de la température, puisque certains acides, moins solubles que leur homologue inférieur à 0°, deviennent au contraire plus solubles à une température plus élevée.

» Il serait donc nécessaire de déterminer systématiquement les solubilités d'un assez grand nombre de termes, dans chaque série, pour pouvoir en tirer quelques conclusions générales. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des alcools éthylique, isobutylique, isoamylique sur leurs dérivés sodés.* Note de M. GUERBET, présentée par M. Henri Moissan.

« Dans une récente Communication à l'Académie (*Comptes rendus*, 20 février 1899), j'ai montré que l'alcool amylique de fermentation réagit sur son dérivé sodé à la température de 150°-160° en donnant principalement un alcool de formule $C^{10}H^{22}O$ et de l'acide isovalérique suivant la réaction :



$$2C^5H^{12}O + C^5H^{11}NaO = C^{10}H^{22}O + C^5H^9NaO^2.$$

» Il se forme en même temps un peu d'éther isovalérique de l'alcool $C^{10}H^{22}O$ et un peu de l'acide $C^{10}H^{20}O^2$ correspondant à cet alcool.

» L'alcool amylique employé était un mélange des alcools amyliques actif et inactif, renfermant surtout ce dernier, car il bouillait à 131°-132°. L'alcool $C^{10}H^{22}O$ pouvait donc être un mélange résultant de la réaction effectuée sur chacun des deux alcools amyliques.

» J'ai répété mes expériences sur l'alcool amylique inactif pur préparé par la méthode de Pasteur; il bouillait à 131°,5 et n'avait plus aucune action sur le plan de la lumière polarisée.

» En le chauffant, comme il a été dit, avec son dérivé sodé, j'ai obtenu l'alcool $C^{10}H^{22}O$ dont les propriétés sont différentes de celles des alcools de même formule connus jusqu'à ce jour. Je le nommerai *alcool diamylique*.

» Il est liquide, incolore, faiblement odorant et ne se solidifie pas à — 20°. Il bout à 211° (corr.). Sa densité à 0° est 0,8491.

» Chauffé avec le bisulfate de potasse, cet alcool perd une molécule d'eau et se transforme en un carbure de formule $C^{10}H^{20}$ qui est liquide, incolore et possède une odeur de térébenthine. Il bout à 155°. Sa densité à 0° est 0,7705.

» L'alcool diamylique, chauffé avec l'anhydride phosphorique, se transforme en un mélange de carbures bouillant de 150°-300°, duquel il a été impossible de retirer aucun produit défini.

» Le perchlorure de phosphore réagit sur l'alcool diamylique avec violence. En modérant la réaction, on peut le transformer en son éther chlorhydrique $C^{10}H^{21}Cl$, liquide incolore, huileux, bouillant à 130°-132° sous 7cm de pression. Ce chlorure se décompose avant de bouillir, lorsqu'on le chauffe sous la pression normale, en se colorant fortement et dégageant de l'acide chlorhydrique en abondance.

» L'éther acétique de l'alcool diamylique a été obtenu en faisant réagir le chlorure d'acétyle sur l'alcool. Il bout à 132°-133° (corr.) sous 5cm de pression et à 218°-220° (corr.) sous la pression normale. Sa densité à 0° est 0,8701.

» L'éther isovalérique, qui se produit en petite quantité dans la réaction où prend naissance l'alcool diamylique, bout à 258°-259° sous la pression normale et à 173°-175° sous 8cm de pression.

» L'éther benzoïque préparé au moyen du chlorure de benzoïle, bout à 210°-212° (corr.) sous 4cm de pression.

» L'oxydation de l'alcool diamylique par la potasse fondante ou par le mélange chromique le transforme en un acide de formule $C^{10}H^{20}O^2$ que je nommerai *acide divalérique*. C'est un liquide incolore, huileux, très faiblement odorant, bouillant à 162°-163° sous 5cm de mercure et à 248°-250° (corr.) sous la pression normale.

» Son chlorure $C^{10}H^{19}ClO$ bout à 115° sous 6cm de mercure.

» Son amide $C^{10}H^{21}AzO$ fond à 112°. Il est peu soluble dans l'eau et très soluble dans l'alcool.

» Afin de voir si d'autres alcools que l'alcool isoamylique donneraient dans les mêmes conditions des réactions analogues, j'ai répété mes expériences sur l'alcool éthylique et sur l'alcool isobutylique.

» Contrairement à ce qui arrive avec l'alcool amylique, aucune réaction ne se produit à la température d'ébullition du mélange de chacun de ces alcools avec son dérivé sodé. J'ai dû opérer en tubes scellés et j'ai chauffé à 210° pendant vingt-quatre heures un mélange d'alcool éthylique et d'éthylate de soude préparé avec 10 parties d'alcool pour 1 partie de sodium.

» A l'ouverture des tubes, il se dégage un gaz que l'on fait barboter dans une série de trois flacons laveurs dont le premier et le dernier renferment de l'eau et le deuxième du brome. Le gaz non absorbé est recueilli sur la cuve à eau. Son analyse prouve qu'il est constitué exclusivement par de l'hydrogène. Le contenu des deux derniers flacons laveurs est réuni et décoloré par l'acide sulfureux. On obtient ainsi un liquide plus lourd que l'eau, que l'on dessèche sur le chlorure de calcium et que l'on rectifie. Ce liquide possède toutes les propriétés du bromure d'éthylène.

» Les gaz contenus dans les tubes scellés sont donc de l'éthylène et de l'hydrogène.

» Le liquide que ces tubes renferment est distillé, puis rectifié un grand nombre de fois à la colonne Le Bel Henninger. Il est à peu près exclusivement formé d'alcool éthylique non altéré. Le contenu de vingt tubes, soit le produit de la réaction sur 300gr d'alcool, n'a donné que 2gr,50 de liquide bouillant au-dessus de 100°.

» D'autre part, le résidu de la distillation a été dissous dans l'eau et la solution a été évaporée pour chasser tout l'alcool qu'elle renfermait. Elle ne contient plus alors que de l'acétate de soude et de la soude.

» L'alcool éthylique, en réagissant sur son dérivé sodé, a donc produit de l'acide acétique, de l'éthylène et de l'hydrogène.

» Ces composés ont pris naissance dans la réaction suivante :



$$C^2H^6O + C^2H^5NaO = C^2H^4 + C^2H^3NaO^2 + 2H^2.$$

» En effet, si l'on détermine le poids de l'acide acétique et de l'éthylène formés, celui-ci à l'état de bromure d'éthylène, on trouve que les quantités de ces composés, qui ont pris naissance dans la réaction, sont à très peu près équivalentes à celles que fournit le calcul appliqué à l'équation précédente. Ainsi, dans une expérience, la réaction opérée sur 45gr d'alcool éthylique a donné 2gr,40 d'acide acétique qui correspondraient, d'après le calcul, à 7,5 de bromure d'éthylène. Il en a été trouvé 7gr.

» Les mêmes essais ont été répétés sur l'alcool isobutylique.

» On a chauffé à 210°-215° en tubes scellés pendant vingt-quatre heures 200gr de cet alcool partiellement transformé en isobutylate de soude par 20gr de sodium. Il ne s'est pas produit de butylène. Il s'est seulement formé 5gr d'acide isobutyrique et 2gr,5 d'un produit neutre bouillant de 115° à 150°, formé vraisemblablement de composés analogues à ceux que fournit l'alcool isoamylique dans les mêmes conditions.

» En résumé, l'alcool isoamylique, chauffé avec son dérivé sodé à 150°-160°, se transforme partiellement en alcool diamylique $C^{10}H^{22}O$ et acide isovalérique; l'alcool isobutylique réagit à peine sur son dérivé sodé, même à 210°-215°; enfin l'alcool éthylique, dans les mêmes conditions, se transforme partiellement en éthylène et acide acétique.

» Je me propose d'étudier la réaction sur les alcools plus riches en carbone que l'alcool amylique. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Action des liqueurs acides très étendues sur les phosphates du sol.* Note de M. **Th. Schlœsing** fils, présentée par M. Duclaux.

« En traitant une terre végétale par un acide de moins en moins étendu, on a constaté bien des fois qu'on dissolvait des quantités croissantes d'acide

phosphorique. C'est devant cette constatation que les analystes, ne sachant quel degré de concentration choisir pour arriver dans leurs dosages à des résultats comparables et surtout pour déterminer cette portion de l'acide phosphorique qu'on appelle *assimilable*, se sont assez généralement résolus à attaquer la terre par un acide, azotique ou chlorhydrique, au maximum de concentration, et à doser seulement par ce moyen l'acide phosphorique total. Toutefois, sur les conseils de M. Dehérain, de M. B. Dyer et d'autres savants, on s'est efforcé aussi de séparer l'acide phosphorique assimilable par des réactifs moins violents, acide acétique, citrate d'ammoniaque, acide citrique convenablement dilué.

» Si l'on étudie de très près l'action, sur la terre végétale, d'un acide (l'acide azotique, par exemple, parce qu'il est commode pour le dosage par le réactif molybdique), toujours très étendu, mais étendu à des degrés divers, on rencontre des faits qui n'ont pas encore été signalés, je crois, et qui pourront contribuer à mieux faire connaître les phosphates du sol.

» On traite une petite quantité de terre, de 10^{gr} à 20^{gr}, par 1^{lit} environ d'eau distillée contenant un poids exactement connu de Az^2O^5. Pour entretenir un contact intime entre la terre et le liquide, on les introduit dans un flacon qu'on fait tourner lentement autour d'un axe horizontal (perpendiculaire à l'axe du flacon), suivant un procédé qui m'a déjà servi (*Comptes rendus*, 8 août 1898). Divers autres lots de terre, de même poids que le premier, sont ainsi agités doucement avec des liquides de plus en plus acides. Après dix heures de rotation, on détermine pour chaque lot l'acide phosphorique dissous, ainsi que l'acidité finale du liquide, laquelle peut différer beaucoup de l'acidité initiale par suite de la dissolution de chaux renfermée dans le sol principalement à l'état de carbonate. Si l'on a resserré suffisamment les intervalles entre les titres acides des liquides mis en œuvre, on aperçoit que, lorsque ces titres croissent peu à peu depuis zéro, l'acide phosphorique dissous croît d'abord assez rapidement; puis il s'arrête à un taux stationnaire, pour reprendre ensuite son ascension. La progression de l'acide phosphorique dissous selon l'acidité initiale du liquide n'est pas continue. Si l'on représente graphiquement les résultats, en portant en abscisses les quantités de Az^2O^5 libre initial et en ordonnées celles de P^2O^5 dissous, on obtient une ligne ressemblant à une rampe, plus ou moins raide, interrompue par un court palier. Ce palier, diversement accusé, a été observé avec les différentes terres examinées. Pour toutes, il a correspondu à une acidité finale de 1 ou 2 dix-millièmes à 1 millième de Az^2O^5 libre. Ces faits ressortent du Tableau suivant, où sont consignés, outre les dosages déjà mentionnés, quelques déterminations d'oxyde ferrique dans les liqueurs finales.

Terre de Coupvray, argilo-siliceuse (20^{gr} de terre, 1040^{cc} d'eau).

Az^2O^5 ajouté.	Acidité finale en Az^2O^5.	P^2O^5 dissous par litre.	Az^2O^5 ajouté.	Acidité finale en Az^2O^5.	P^2O^5 dissous par litre.	Fe^2O^3 dissous par litre.
mgr	mgr	mgr	mgr	mgr	mgr	mgr
0	— 25	0,38	300	148,5	**1,97**	»
25	— 11,9	0,52	400	245	**1,79**	»
50	— 3,5	1,07	500	334	**1,92**	»
100	9,9	1,66	1220	1090	**1,95**	0,89
200	69,3	**1,89** (1)	2220	1990	3,89	4,32

Terre de Neauphle, argilo-siliceuse (20^{gr} de terre, 1040^{cc} d'eau).

mgr	mgr	mgr	mgr	mgr	mgr	mgr
0	— 30,5	0,74	1260	956	**3,71**	5,04
90	— 5	2,74	2260	1844	4,65	10,34
180	20	**3,64**	5260	4780	6,60	23,1
270	72	**3,41**	10260	9630	8,70	33,3
520	262	**3,63**	20260	19300	10,49	48,5
770	515	»	»	»	»	»

Terre de Joinville, sableuse, à 5 pour 100 *de calcaire* (20^{gr} de terre, 1^{lit} d'eau).

mgr	mgr	mgr	mgr	mgr	mgr	mgr
0	— 64	0,51	1500	766,5	**4,97**	»
250	— 95,6	1,72	1750	1023,0	**4,97**	»
500	— 20,2	3,33	2000	1248	5,16	0,62
750	58,0	4,42	2500	1793	5,23	0,75
1000	285,5	**4,82**	5000	4310	5,59	1,34
1250	529,0	**4,94**	10000	9212	6,31	2,90

Terre de Boulogne, très calcaire (10^{gr} de terre, 1^{lit} d'eau).

mgr	mgr	mgr	mgr	mgr	mgr	mgr
0	— 60	0,61	3100	6	13	»
50	—116	0,84	3200	18,6	14,19	»
100	—164	»	3300	57	14,75	»
200	—229	1,46	3400	124	**17,06**	1,4
500	—358	2,63	3600	319	**17,42**	1,1
1000	—404	4,34	3800	416	**17,97**	3,4
2500	—238	8,90	4000	632	**17,59**	4
3000	— 84	11,31	»	»	»	»

(1) Les nombres en caractères gras correspondent au palier.

» On remarquera que l'acidité finale est d'abord négative, c'est-à-dire que la liqueur finale est alcaline, cette alcalinité étant due à la formation de bicarbonate de calcium par l'acide carbonique qu'a dégagé l'acide azotique. Il arrive même, avec les terres franchement calcaires (Joinville et surtout Boulogne), que l'alcalinité finale croît, jusqu'à une certaine limite, avec l'acide azotique ajouté au début.

» On constate bien, sur le Tableau ci-contre, l'existence du palier dont il a été question.

» Ce palier sépare nettement l'acide phosphorique du sol en deux parts : l'une qui, dans les conditions des expériences, a été dissoute dans une liqueur d'une acidité finale extrêmement faible, voisine de 1 à 2 dix-millièmes de Az^2O^5 ; l'autre qui a commencé à se dissoudre à partir d'une acidité d'environ 1 millième. Autrement dit, si l'on imagine que l'acidité d'une même liqueur, en contact et constamment en équilibre avec de la terre, augmente d'une manière continue depuis zéro, cette liqueur dissoudra de l'acide phosphorique jusqu'à la première limite d'acidité indiquée; entre les deux limites, elle n'en dissoudra pas; puis elle recommencera à en dissoudre à partir de la seconde limite.

» Outre l'acide phosphorique, on a déterminé le fer passé en même temps en dissolution ; on n'en a trouvé que des quantités insignifiantes avec la première part d'acide phosphorique ; au contraire, le fer est apparu franchement et a crû rapidement à partir du palier et au delà. L'acide phosphorique dissous en premier lieu devait appartenir, dans les sols, à des phosphates à bases de chaux, de magnésie, d'alcalis, à peu près exempts de fer.

» Si l'on compare, pour chacun des sols examinés, la quantité d'acide phosphorique dissoute par l'eau acidulée à 1 ou 2 dix-millièmes avec celle que prend, d'après mes expériences antérieures, l'eau ordinaire, on voit que les deux quantités sont liées étroitement; les terres cédant le plus d'acide phosphorique aux acides très faibles, de 1 ou 2 dix-millièmes d'acidité, sont aussi celles qui en cèdent le plus à l'eau ordinaire et, par suite, aux dissolutions qui les imprègnent dans les champs.

» On est porté à conclure de ce qui précède que l'acide phosphorique de ces dissolutions naturelles doit provenir essentiellement des phosphates de la première catégorie qui vient d'être distinguée. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un appareil de mesure simple et général pour la stéréoscopie : le stéréomètre.* Note de MM. T. **Marie** et **H. Ribaut**, présentée par M. Bouchard.

« Nous avons déjà montré (¹) dans quelles conditions il fallait se placer, en Radiographie, stéréoscopique pour obtenir un objet virtuel absolument semblable à l'objet réel et n'exigeant aucun effort pour être examiné dans toutes ses parties, tout en donnant un relief maximum. L'appréciation des distances qui séparent les divers plans se fait ainsi avec exactitude. L'exactitude est d'autant plus grande que les différences de profondeur des divers points sont elles-mêmes plus faibles, car il est évident que l'erreur d'appréciation est directement liée aux distances qui séparent les divers plans. Cette question nous avait beaucoup préoccupés, surtout pour l'examen de la cage thoracique et de l'intérieur du crâne où les distances qui séparent les points de repère sont relativement très grandes. Elle nous a amenés à rechercher la possibilité de mesures en stéréoscopie. Nous avons donné récemment (²) une première solution du problème basée sur la superposition de deux couples stéréoscopiques, l'un de ces couples étant constitué par un réseau représentant l'appareil de mesure. Cette solution intéressante au point de vue théorique, puisque c'était la première fois, à notre connaissance, qu'on réalisait des mesures en stéréoscopie, avait l'inconvénient d'être d'une application délicate. Nous présentons aujourd'hui une méthode basée sur le même principe, mais dans laquelle le couple de mesure est réduit à deux fils réels parallèles qu'on peut rapprocher ou éloigner l'un de l'autre. Ces deux fils donnent, par reconstitution stéréoscopique, une ligne virtuelle située dans un plan de front de l'objet examiné. Le rapprochement ou l'éloignement de ces deux fils permet de faire passer la ligne virtuelle d'un plan de front à un autre, tout en connaissant à chaque instant sa position qui est liée à la distance des deux fils. La méthode ainsi simplifiée devient d'une application extrêmement facile.

» C'est en partant de cette idée que nous avons fait construire l'appareil suivant :

» Deux fils noirs sont tendus chacun sur une potence métallique pouvant glisser

---

(¹) *Comptes rendus*, 22 mars 1897.
(²) *Ibid.*, 8 août 1898.

indépendamment l'une de l'autre sur l'un des longs côtés d'un cadre de même nature de 50^{cm} de longueur sur 10^{cm} de largeur. Ce côté du cadre est divisé en millimètres, et chaque potence présente un vernier permettant de connaître, au vingtième de millimètre, la distance des deux fils qui restent constamment parallèles entre eux dans leur déplacement. Ce déplacement des fils se fait grossièrement à la main et l'on peut, au moyen d'une vis de serrage, les fixer approximativement dans la position voulue, puis, grâce à une vis de rappel, régler cette position avec précision.

» Pour connaître la distance en profondeur de deux points de l'objet, on amènera, par le déplacement des fils réels, la ligne virtuelle à coïncider successivement avec ces deux points. Les valeurs de l'intervalle qui sépare les fils réels dans ces deux positions de la ligne virtuelle permettront de calculer la différence de profondeur des points examinés, pourvu que l'on connaisse en outre :

» 1° f, la distance principale, c'est-à-dire la distance des points de vue au plan du tableau (distance du tube à la plaque);

» 2° Δ, l'écartement des points de vue;

» 3° ε, la distance des deux images d'un point de repère situé sur la surface sensible de la plaque, c'est-à-dire situé dans le plan du tableau.

» Si l'on désigne par E et E' les deux valeurs de l'intervalle des fils, la différence de profondeur h sera donnée par la relation suivante :

$$h = \frac{f\Delta(E - E')}{[\Delta - (E - \varepsilon)][\Delta - (E' - \varepsilon)]}.$$

» Un réglage défectueux du stéréoscope n'aura aucune influence sur l'exactitude de cette relation.

» On voit, d'après ce qui précède, que pour déterminer la distance de deux points quelconques de l'objet il suffit de faire deux lectures sur une règle graduée, car les autres quantités ont été déterminées une fois pour toutes au moment de l'obtention des épreuves stéréoscopiques. »

ZOOLOGIE. — *Considérations générales sur les glandes défensives des Coléoptères.* Note de M. L. **Bordas**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Il résulte, d'une étude générale [1] que nous venons de faire sur environ 24 genres et 56 espèces de Coléoptères, que la plupart de ces

---

[1] La Note de M. F. Dierckx, parue dans les *Comptes rendus* du 6 mars dernier, nous a décidé à publier ces considérations générales, qui sont le résumé d'un de nos derniers Mémoires (voir les *Annales de la Faculté des Sciences de Marseille*, 1899). Nos recherches simultanées, mais tout à fait indépendantes, nous ont conduits à des résultats beaucoup plus concordants que M. Dierckx l'avait cru tout d'abord.

Insectes (*Cicindelidæ, Carabinæ, Harpalinæ, Feroniinæ, Brachininæ, Dytiscidæ, Gyrinidæ, Staphylinidæ, Silphidæ*, etc.) possèdent, dans la région postérieure abdominale, une paire de glandes disposées en grappe ou en tube et dont le produit de sécrétion, lancé par l'insecte au moment opportun, le protège contre les attaques de ses ennemis.

» Ces *glandes anales* ou *glandes défensives* comprennent : une *partie glandulaire*, un *canal efférent*, un *réservoir* ou *réceptacle* et un *conduit excréteur*.

» 1. La *portion glandulaire* forme un massif pair, granuleux et blanchâtre, situé au-dessous de la carapace dorsale et un peu en avant du rectum (*Carabinæ*), en arrière des glandes génitales (*Harpalinæ*) ou recouvertes, en grande partie, par l'extrémité du peloton testiculaire et fixées aux parois dorsales des téguments par de nombreux filaments trachéens (*Brachininæ*). Chacun des ramuscules terminaux, provenant de ramifications dichotomiques, du canal efférent, aboutit à un *lobule* ou *glomérule sécréteur*. Ces divers lobules sont ovoïdes ou piriformes (*Cicindelidæ*), sphériques, transparents et de couleur blanchâtre ou jaunâtre (*Harpalinæ, Feroniinæ*, etc.). Leur nombre varie, suivant les familles, de 25 à 50, pour chaque massif glandulaire.

» Chaque lobule est formé de longues cellules, rayonnant autour d'un réservoir central, de forme variable (*Harpalinæ, Feroniinæ, Carabinæ*, etc.). Ces cellules sont allongées, coniques et élargies vers leur bord externe; leur extrémité interne est, au contraire, amincie, tubuleuse, canaliculée et va s'ouvrir, par un pore circulaire, dans le réservoir central du lobule (*Ophonus, Harpalus*, etc.). Ce réservoir collecteur, entouré d'une enveloppe chitineuse (*intima*), criblée de perforations, est tantôt ovale, tantôt sphérique (*Anisodactylus*), tantôt aplati transversalement et discoïdal (*Ophonus*). Autour de la membrane chitineuse qui entoure ce réceptacle, se trouvent de nombreuses granulations protoplasmiques, groupées çà et là; le protoplasme de la moitié périphérique est granuleux; il est, du côté interne, réticulé et vacuolé. Le noyau, de forme sphérique, est localisé vers la base de la cellule et renferme deux ou trois nucléoles très caractéristiques. Enfin, autour de chaque lobule, existe une mince membrane péritonéale recouvrante (tunique propre).

» Chez les *Dystiscidæ* et les *Gyrinidæ*, les glandes anales sont également paires, très volumineuses et constituées par deux tubes cylindriques, blanchâtres, très développés, entortillés ou pelotonnés (*Dytiscus*) en une masse ovoïde située dans les derniers segments abdominaux, de chaque côté du tube pénial, en avant et au-dessous du rectum. Complètement déroulé, le tube dépasse quatre ou cinq fois la longueur du corps de l'insecte (*Cybister*).

» Ces tubes présentent : 1° une membrane enveloppante externe; 2° une puissante couche glandulaire, formée par deux ou trois assises de grosses cellules polygonales, et enfin 3° une intima chitineuse interne, irrégulière et plissée, limitant un étroit lumen central [1].

---

[1] Pour plus de détails, voir nos Notes publiées : 1° dans les *Comptes rendus*,

» Les glandes anales des *Aphodius* sont formées par une série *d'acini* monocellulaires, sphériques et pourvus d'un canalicule excréteur, très grêle, allant s'ouvrir dans un conduit efférent cylindrique. Elles sont paires et leur disposition rappelle assez bien celle qu'affectent les glandes *supracérébrales* des Hyménoptères.

» Bien que totalement différentes en apparence, les trois formes de *glandes anales* que nous venons de décrire peuvent néanmoins se ramener à un type unique : la forme en grappe. On peut même passer d'une forme à l'autre par des transitions insensibles, en commençant par les glandes des *Aphodius*.

» 2. Les *canaux efférents* présentent des formes et des dimensions très variables suivant les espèces. Ils sont cylindriques, longs, minces et flexueux. Leur point d'embouchure est situé, tantôt au sommet antérieur du réceptacle glandulaire (*Nebria, Silpha*) et tantôt à l'extrémité opposée, près de l'origine du conduit excréteur (*Carabes, Gyrins, Dytiques*). Chez beaucoup d'espèces, au contraire (*Harpalinæ, Brachininæ*, etc.), il est localisé dans une sorte de hile que présente un des côtés de la vésicule glandulaire.

» Ces canaux efférents comprennent : 1° une membrane enveloppante externe; 2° quelques noyaux cellulaires épars çà et là au-dessous d'elle; 3° des disques ou anneaux chitineux aplatis, hyalins, blanchâtres et placés perpendiculairement à l'axe du tube. Ce sont ces disques cuticulaires, plus ou moins espacés les uns des autres, qui donnent aux canaux efférents l'apparence d'un tube trachéen; enfin, 4° vient ensuite une intima chitineuse, assez épaisse, de couleur jaune paille, formant un second tube emboîté dans le premier (*Carabinæ, Harpalinæ, Brachininæ*, etc.)

» 3. La *vésicule* ou réservoir glandulaire est une poche plus ou moins volumineuse et variable de formes suivant les espèces. Elle est généralement ovoïde ou piriforme, renflée en avant et amincie en arrière (*Cicindèles, Carabes, Cybisters, Gyrins*, etc.). Chez d'autres espèces (*Harpalus, Amara, Ophonus, Platinus*, etc.), elle est réniforme et présente, à sa face interne, une concavité plus ou moins accentuée. C'est du hile que part le conduit excréteur, tandis que le conduit efférent vient déboucher un peu au-dessus du point d'origine de ce dernier.

» La *structure histologique* de cette vésicule présente à peu près les mêmes caractères chez tous les Coléoptères : 1° extérieurement, une mince membrane recouvrante, ou tunique péritonéale; 2° quelques fibres longitudinales ou obliques, et au-dessous une assise, beaucoup plus épaisse, des fibres circulaires; 3° une mince couche épithéliale formée par quelques cellules chitinogènes; 4° une mince membrane chitineuse, plus ou moins plissée, suivant les espèces.

» 4. Les *conduits excréteurs* prennent naissance tantôt à l'extrémité postérieure de la vésicule, tantôt dans une dépression de la face interne (*Harpalinæ, Feroniinæ, Brachininæ*, etc.). Ils sont généralement cylindriques, mais leurs formes et leurs dimensions varient suivant les espèces. Leurs orifices terminaux sont toujours situés à la face supérieure de la dernière plaque abdominale, soit sur les côtés de son bord

---

21 juin 1898 et 23 janvier 1899; 2° dans le *Zoologischer Anzeiger*, 20 février 1899, et 3° dans les *Ann. de la Fac. des Sciences de Marseille*.

postérieur (*Carabinæ*, *Harpalinæ*, *Feroniinæ*), soit à ses angles antéro-externes, dans la cavité cloacale, un peu en arrière de l'anus.

» Leur structure histologique est identique à celle du réceptacle glandulaire.

» Le phénomène d'expulsion du liquide à l'extérieur est produit surtout par la brusque contraction de la musculature circulaire constituant la presque totalité de la paroi de la vésicule. Ce mouvement de sortie est encore aidé : 1° par la contraction de certains muscles fixés à l'extrémité du conduit excréteur, et 2° par la compression qu'exerce sur la vésicule, en se recourbant, l'extrémité postérieure abdominale.

» La composition du liquide projeté, sa couleur, son odeur plus ou moins fétide, sa nature parfois caustique ou irritante, la façon souvent brusque dont s'effectue l'expulsion, son mode d'évaporation, les crépitations ou les explosions qu'il produit parfois, etc., tout nous prouve que les glandes anales sont des organes défensifs servant à protéger certains Coléoptères contre les attaques inopinées de leurs ennemis.

» La présence d'une intima chitineuse dans la vésicule et les conduits excréteurs est un argument en faveur de leur origine ectodermique. D'autre part, le mode d'embouchure du canal efférent terminal, son indépendance par rapport au rectum, etc., démontrent que les *glandes anales sont des glandes métamériques ou appendiculaires* au même titre que les glandes salivaires, les glandes génitales et les glandes venimeuses. »

GÉOLOGIE. — *Sur le Trias des environs de Rougiers (Var) et sur l'existence, dans cette région, de phénomènes analogues aux pépérites d'Auvergne.* Note de M. J. Repelin, présentée par M. Marcel Bertrand.

« A la suite d'une exploration que j'ai eu l'honneur de faire avec lui dans les environs de Rougiers (Var), M. Marcel Bertrand me pria d'étudier un gisement fossilifère qu'il m'avait indiqué dans les couches triasiques de cette région, au voisinage d'une roche basaltique.

» Cette étude m'a permis de faire un certain nombre d'observations importantes dont les résultats sont les suivants :

» 1° Il existe dans le Trias de Rougiers une petite faune de Gastéropodes et de Lamellibranches que l'on n'avait encore signalée nulle part en Provence. Cette faune se compose d'un certain nombre d'espèces nouvelles des genres *Undularia, Marmolatella, Hologyra, Arcomya, Gono-*

don. L'existence de ces formes dans cette région montre à quel point les faunes triasiques sont uniformes, puisqu'elles se retrouvent avec des caractères presque identiques dans le faciès alpin du Trias, à la Marmolata (Trentin) et dans la partie septentrionale du Trias extra-alpin, en Alsace-Lorraine.

» 2° A cette faune se trouvent associés des Cératites que M. Haug croit pouvoir rattacher au groupe du *C. nodosus,* ce qui permet de classer ces couches dans le Norien (Muschelkalk).

» 3° La roche triasique où se trouvent les Gastéropodes et les Cératites contient des fragments du basalte. MM. Michel Lévy et Bertrand ont bien voulu m'aider dans l'examen de cette roche et confirmer mon observation en constatant dans les débris altérés la présence du péridot. L'altération des diverses roches triasiques au contact du basalte, ainsi que d'autres observations que j'exposerai dans une prochaine Note à la Société géologique, ne me laissent aucun doute sur la nature de ce phénomène. *La roche à fragments de basalte est une brèche analogue aux brèches pépéritiques,* c'est-à-dire d'origine éruptive, et ce fait fournit un argument important en faveur de la théorie des brèches filoniennes en ce qui concerne les pépérites de la Limagne.

» 4° Des affleurements de couches triasiques identiques à celles de Rougiers, que M. Bertrand m'a signalés, doivent, d'après ce qui précède, être classés dans le Norien et non dans le Werfénien, comme l'indique la Carte géologique. Ces lambeaux se trouvent à 8^{km} environ de Rougiers, l'un sur la route de Tourves à Bras, l'autre au sud du Grand Valbelle et un troisième à peu de distance des précédents, au sud de la ferme de la Caudière. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'origine de grains siliceux et de grains quartzeux contenus dans la craie*. Note de M. **Stanislas Meunier**. (Extrait.)

« L'étude que je poursuis, depuis longtemps déjà, des phénomènes de la dénudation chimique m'a amené à examiner de très près le résidu de dissolution d'un grand nombre de roches calcaires. Sans insister aujourd'hui sur les résultats obtenus, parmi lesquels je mentionnerai seulement la reproduction de l'argile plastique par l'attaque aux acides très étendus de la craie blanche, je demande à signaler des observations qui ont avec

les précédentes des liens intimes et qui peuvent en préciser la signification. Elles concernent le produit de l'attaque, non plus de la craie considérée en masse, mais des coquilles fossiles qui y sont contenues. Mes expériences ont porté sur les térébratules et les rhynchonelles, les belemnitelles, les huîtres (*O. columba*, *O. vesicularis*) et spécialement les inocérames (*I. Cuvieri*) et les ananchytes (*A. ovata* et *A. gibba*).

» Ces tests, soumis à l'acide chlorhydrique étendu, laissent toujours, même quand ils sembleraient entièrement calcaires, un résidu siliceux dont les caractères sont extrêmement remarquables. Ce sont des grains arrondis et concrétionnés, mais qui se brisent très aisément en éclats anguleux et consistant les uns en opale ou en silex, les autres en quartz parfaitement caractérisé. Souvent l'épaisseur des tests de certains bivalves (*O. columba*) s'est constituée en géodes de quartz parfaitement cristallisé. On ne peut qu'être frappé de l'identité de ce sable spécial avec celui que fournit directement la craie. et dont la présence a été invoquée comme un argument propre à défendre l'opinion d'une *origine terrigène* de la roche qui le contient.

» En présence de ces circonstances, il était désirable de voir quelle situation occupent les particules siliceuses, dans l'épaisseur des fossiles, et pour cela il fallait commencer par les dissoudre très progressivement.

» Les ananchytes, par exemple, attaqués par l'acide, montrent la matière siliceuse disposée souvent d'après la structure anatomique du fossile. En certains points, la silice concrétionnée forme comme une élégante dentelle. Presque toujours, elle commence par de très petits orbicules, et parfois par un grain ovoïde environné d'une auréole.

» Si l'on choisit un inocérame, on voit de toutes parts, après l'action modérée de l'acide, à la surface de la masse calcaire, des grains siliceux qui font saillie. Ils ont généralement une forme ovoïde assez régulière et mesurent toutes les tailles jusqu'à 2^{mm} ou 3^{mm} de diamètre. En bien des points, ils sont soudés en groupes de deux, de trois ou d'un plus grand nombre, qui passent à l'état de tubercules pouvant avoir un volume notable et parfois la forme de véritables orbicules. Au microscope, on reconnaît que les grains sont eux-mêmes formés de granules très petits, ressemblant à des gouttelettes siliceuses juxtaposées et facilement séparables par la pression.

» Des coupes minces pratiquées dans les tests de ces inocérames, soit parallèlement, soit perpendiculairement aux fibres, ont été spécialement instructives. On y voit comment la silicification, loin de se faire uniformément, se déclare en certains points, pour y donner les grains déjà mentionnés : la limite de la portion silicifiée dans la masse calcaire est courbe, et elle se signale par une étroite lisière où la structure du

fossile est comme désagrégée. La partie siliceuse, vue en lumière naturelle, contraste avec l'autre par sa transparence complète, qui la rend tout à fait invisible et pourrai même la faire passer inaperçue. Mais, en lumière polarisée, elle se révèle par plusieurs particularités. D'abord, elle renferme des sphérules ou des portions de sphérules donnant la croix noire des opales et des calcédoines; et puis, on y revoit l'histologie dela coquille, et ceci mérite d'être précisé.

» Le test normal est essentiellement fibreux : c'est même la raison étymologique du nom d'*inocérame*. Or, dans la partie silicifiée, on retrouve en lumière polarisée les fibres dont il s'agit : elles se manifestent par les extinctions qu'elles produisent dans des directions différentes pour chacune des fibres considérée à part. C'est un reflet de la structure, vraiment épigénisée, du corps organique fossile; c'est en même temps l'explication de diverses particularités optiques des grains quartzeux retirés des masses concrétionnées. Dans les coupes minces perpendiculaires aux fibres, les portions siliceuses se montrent fréquemment sous la forme de cercles ou d'ellipses plus ou moins réguliers, donnant une ou plusieurs croix noires avec une netteté très grande.

» Lorsque des coquilles très partiellement silicifiées, comme celles que j'ai étudiées, sont dissoutes par l'exercice de la dénudation souterraine par exemple, elles se résolvent très facilement en un sable qui peut être d'interprétation difficile. Comme les rognons siliceux de la craie ne sont pas désagrégeables et qu'on ne peut en conséquence leur attribuer la production de ces grains, il a semblé nécessaire, en général, de rattacher ces derniers à quelque charriage réalisé dans le bassin sédimentaire. Les faits précédents montrent que le mode de formation véritable est bien différent et qu'il s'agit en réalité ici d'un phénomène de concrétion lente, dans lequel le milieu spécial constitué par l'épaisseur des tests ou coquilles semble jouer un rôle nécessaire.

» C'est à ce titre surtout, et en laissant de côté les conséquences possibles, que j'ai cru pouvoir résumer ici des observations qui m'ont vivement intéressé et que je poursuis. »

La séance est levée à 4 heures.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 17 avril 1899.

Chaleur animale, principes chimiques de la production de la chaleur chez les êtres vivants, par M. Berthelot, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences. Paris, Masson et Cie, Gauthier-Villars, s. d.; 2 vol. in-16. (Hommage de l'Auteur.)

Presqu'île du cap Corse, partie Nord; Carte levée en 1890 *et* 1891, *sous les directions successives de* MM. Ph. Hatt et F. Bouillet, Ingénieurs hydrographes, par MM. Rollet de l'Isle et M. Ganthier, 1896; une feuille gr. in-f°.

Rapport général présenté à M. le Ministre de l'Intérieur, sur les vaccinations et revaccinations pratiquées en France et dans les colonies, pendant l'année 1897. Melun, impr. administrative, 1898; 1 fasc. in-12.

Notes sur la pathologie spéciale des indigènes algériens, par le Dr Em. Legrain. Paris, Maloine, s. d.; 1 fasc. in-8.

Mémoires de la Société de Spéléologie. Tome III, n° 18, février 1899. Recherches dans l'Hérault, le Gard et l'Ardèche (campagne de 1898), par M. F. Mazauric. Paris, au siège de la Société; 1 fasc. in-8°.

Annales de l'observatoire météorologique, physique et glaciaire du mont Blanc, publiées sous la direction de J. Vallot. Tome III. Paris, G. Steinheil, 1898; 1 vol. in-4°.

Mémoires de la Société académique d'Agriculture, des Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de l'Aube. Tome XXXV, 3e série, année 1898. Troyes, Paul Morel; 1 vol. in-8°.

Archives d'Électricité médicale, expérimentale et clinique. Recueil mensuel fondé et publié par J. Bergonié, Tome VI, sixième année. Bordeaux, Féret et fils; Paris, Octave Doin, 1898; 1 vol. et 3 fasc. in-8°. (Hommage de M. J. Bergonié.)

La Revue médicale de l'Afrique du Nord (Algérie et Tunisie). 2e année, janvier 1899, fasc. 1. Alger, 1 fasc. in-8°.



COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 AVRIL 1899,

PRÉSIDENCE DE M. VAN TIEGHEM.

M. le **Président** annonce à l'Académie la grande perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. Charles Friedel, Doyen de la Section de Chimie, décédé à Montauban, après une très courte maladie, le mercredi 19 avril, à l'âge de 67 ans, et s'exprime en ces termes :

« Élève de Würtz et son successeur dans la chaire de Chimie organique de l'Université de Paris, M. Friedel a consacré tous ses efforts à continuer et à développer l'œuvre de son illustre maître et ami. Par ses nombreux et importants travaux, qui lui ont ouvert, dès 1878, il y a plus de vingt ans, les portes de l'Académie, par son enseignement à l'École Normale et à la Faculté des Sciences, par les élèves distingués qu'il a formés dans son laboratoire, et, tout récemment encore, par cette École de Chimie pratique appliquée à l'Industrie qu'il venait de fonder à la Sorbonne et à laquelle il donnait sans compter tous ses soins, il a exercé une grande et féconde influence sur les progrès de la Chimie organique dans notre pays durant ce dernier quart de siècle.

» D'autres, plus compétents, ne manqueront pas de retracer une à une,

avec le détail nécessaire, toutes les étapes successives de cette vie scientifique si active et si bien remplie. Je dois me borner à dire ici que le grand vide laissé par la disparition si brusque et si inattendue de notre Confrère ne sera ressenti nulle part plus profondément que dans notre Académie, où l'on savait apprécier, tout autant que l'étendue de sa science, l'affabilité de son caractère, la droiture de son esprit, l'élévation de son âme, infatigablement éprise de vérité et de justice, et, pour tout dire en un mot, la haute valeur morale de sa personne.

» Aussi ai-je l'assurance d'être l'interprète des sentiments de tous si, pour lui rendre un dernier hommage, je lève la séance en signe de deuil. »

Les Notes déposées sur le Bureau seront insérées aux *Comptes rendus*.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les surfaces à courbure constante positive*. Note de M. **Gaston Darboux**.

« Soit (γ) une surface de courbure constante négative et égale à -1. L'élément linéaire de cette surface rapportée à ses lignes de courbure sera déterminé par la formule

$$(1) \qquad ds^2 = \cos^2\omega\, du^2 + \sin^2\omega\, dv^2,$$

donnée au n° 805 de mes *Leçons*, où la fonction ω doit vérifier l'équation aux dérivées partielles

$$(2) \qquad \frac{\partial^2\omega}{\partial u^2} - \frac{\partial^2\omega}{\partial v^2} = \sin\omega\cos\omega.$$

» La transformation que nous devons à M. Bäcklund sera définie, comme on sait (n° 809), de la manière suivante :

» Désignons par m et n deux constantes liées par la relation

$$(3) \qquad m^2 + n^2 = 1,$$

et définissons un angle θ par les deux équations différentielles suivantes

$$(4)\qquad \begin{cases} m\left(\dfrac{\partial\theta}{\partial u}+\dfrac{\partial\omega}{\partial v}\right)= \sin\theta\cos\omega - n\cos\theta\sin\omega, \\ m\left(\dfrac{\partial\theta}{\partial v}+\dfrac{\partial\omega}{\partial u}\right)= -\cos\theta\sin\omega + n\sin\theta\cos\omega, \end{cases}$$

qui sont toujours compatibles et admettent une intégrale commune avec une constante arbitraire toutes les fois que ω satisfait à l'équation (2). Cela posé, si nous construisons le trièdre (T) formé par les tangentes aux lignes de courbure et la normale de la surface, le point c, dont les coordonnées relatives à ce trièdre sont données par les formules

$$(5)\qquad x = m\cos\theta, \qquad y = m\sin\theta, \qquad z = 0,$$

décrira une surface (c) qui aura, elle aussi, une courbure constante et égale à -1 et dont le plan tangent en c aura pour équation

$$(6)\qquad x\sin\theta - y\cos\theta + \frac{n}{m}z = 0.$$

» Ce plan tangent passe donc par la droite $c\gamma$ et fait avec le plan des xy, c'est-à-dire avec le plan tangent de (γ) en γ, un angle dont le cosinus est n et le sinus m. Quant à l'élément linéaire de la surface (γ), il sera donné par la formule

$$(7)\qquad ds^2 = \cos^2\theta\, du^2 + \sin^2\theta\, dv^2.$$

» Définissons maintenant un autre angle θ' par les équations

$$(8)\qquad \begin{cases} m\left(\dfrac{\partial\theta'}{\partial u}+\dfrac{\partial\omega}{\partial v}\right)= \sin\theta'\cos\omega + n\cos\theta'\sin\omega, \\ m\left(\dfrac{\partial\theta'}{\partial v}+\dfrac{\partial\omega}{\partial u}\right)= -\cos\theta'\sin\omega - n\sin\theta'\cos\omega, \end{cases}$$

qui ne diffèrent des équations (4) que par le changement de n en $-n$. Le point c' qui aura pour coordonnées

$$(9)\qquad x' = m\cos\theta', \qquad y' = m\sin\theta', \qquad z' = 0,$$

décrira une surface (c') à courbure constante -1, dont le plan tangent en c', aura pour équation

$$(10)\qquad x\sin\theta' - y\cos\theta' - \frac{n}{m}z = 0.$$

Ce plan qui contiendra la droite $c'\gamma$ fera avec le plan tangent de (γ) un angle dont le sinus sera $-m$ et le cosinus n. Cet angle sera donc égal et de sens contraire à celui que fait avec le plan des xy le plan tangent à la première surface (c). En d'autres termes, les plans tangents aux deux surfaces (c), (c') seront symétriques par rapport au plan normal de (γ) qui fait avec l'axe des x l'angle $\frac{\theta+\theta'}{2}$.

» Pour reconstituer le losange $\gamma c \gamma' c'$ dont il a été question dans une Communication précédente, il faut déterminer sur la ligne d'intersection des plans (6) et (10) un point γ' dont les distances à c et à c' soient égales à m. Ce point γ' se déterminera donc sans difficulté et ses coordonnées seront définies par les trois équations

$$(11)\quad \begin{cases} x''^2+y''^2+z''^2 = 2\dfrac{m\cos\sigma'}{\cos\sigma}x'', \\ x''^2+y''^2+z''^2 = 2\dfrac{m\cos\sigma'}{\sin\sigma}y'', \\ x''^2+y''^2+z''^2 = -2n\cot\sigma' z'', \end{cases}$$

où l'on a posé

$$\sigma = \frac{\theta+\theta'}{2}, \qquad \sigma' = \frac{\theta-\theta'}{2},$$

et qui sont vérifiées par les coordonnées, toutes nulles, de γ, aussi bien que par celles de γ'. On en tire aisément les valeurs suivantes

$$(12)\qquad \frac{x''}{\cos\sigma} = \frac{y''}{\sin\sigma} = \frac{nz''}{-m\sin\sigma'} = \frac{2mn^2\cos\sigma'}{n^2\cos^2\sigma'+\sin^2\sigma'}$$

de x'', y'', z''. Mais il y a intérêt à conserver la forme des équations (11).

» D'après un théorème de M. Bianchi qu'il est inutile de démontrer de nouveau ici, la surface (γ') décrite par le point γ' dérive des surfaces (c) ou (c') à l'aide d'une transformation de Bäcklund, *de sorte qu'elle correspond point par point aux surfaces* (c), (c') *et par suite à la surface* (γ) *avec conservation des lignes asymptotiques et des lignes de courbure*. Ce dernier résultat peut d'ailleurs s'établir indépendamment du théorème de M. Bianchi et de la manière suivante :

» Proposons-nous de déterminer les systèmes cycliques formés de cercles normaux à la surface (γ). En appliquant les formules données aux n°s 481 et suiv. de mes *Leçons*, on verra que ces systèmes sont définis par les équa-

tions

$$(13)\quad \begin{cases} X^2+Y^2+Z^2+\dfrac{2\cos\omega}{\dfrac{\partial\log\lambda}{\partial u}}X=0, \\ X^2+Y^2+Z^2+\dfrac{2\sin\omega}{\dfrac{\partial\log\lambda}{\partial v}}Y=0, \\ X^2+Y^2+Z^2+\dfrac{2\lambda}{\mu+\rho}Z \quad =0, \end{cases}$$

où λ et μ sont définis par les équations aux dérivées partielles

$$(14)\qquad \frac{\partial\lambda}{\partial u}=\cot\omega\frac{\partial\mu}{\partial u},\qquad \frac{\partial\lambda}{\partial v}=-\operatorname{tang}\omega\frac{\partial\mu}{\partial v}.$$

Les deux premières équations (13) définissent le cercle (C) qui engendre le système cyclique, la troisième définit une sphère (S) qui est tangente à (γ) et coupe le cercle (C) en un second point γ_0 qui décrit une surface normale au cercle. De sorte que l'enveloppe à deux nappes de la sphère (S) se compose des surfaces décrites par les points γ et γ_0, et, sur ces deux nappes, *les lignes de courbure se correspondent*.

» Or les équations (13) deviennent identiques aux équations (11) si l'on pose

$$\mu+\rho=\frac{\lambda}{n}\operatorname{tang}\sigma',\qquad \frac{\partial\log\lambda}{\partial u}=-\frac{1}{m}\frac{\cos\sigma\cos\omega}{\cos\sigma'},\qquad \frac{\partial\log\lambda}{\partial v}=-\frac{1}{m}\frac{\sin\sigma\sin\omega}{\cos\sigma'},$$

et il est aisé de reconnaître que ces équations ne sont pas incompatibles et permettent de déterminer λ et $\mu+\rho$. La condition d'intégrabilité relative à $\log\lambda$ se vérifiera même très aisément si l'on met les équations (4) et (8) sous la forme suivante

$$(15)\quad \begin{cases} m\left(\dfrac{\partial\sigma}{\partial u}+\dfrac{\partial\omega}{\partial v}\right)=\sin\sigma(\quad\cos\sigma'\cos\omega+n\sin\sigma'\sin\omega), \\ m\left(\dfrac{\partial\sigma}{\partial v}+\dfrac{\partial\omega}{\partial u}\right)=\cos\sigma(-\cos\sigma'\sin\omega+n\sin\sigma'\cos\omega); \end{cases}$$

$$(16)\quad \begin{cases} m\dfrac{\partial\sigma'}{\partial u}=\cos\sigma(\sin\sigma'\cos\omega-n\cos\sigma'\sin\omega), \\ m\dfrac{\partial\sigma'}{\partial v}=\sin\sigma(\sin\sigma'\sin\omega+n\cos\sigma'\cos\omega), \end{cases}$$

qui fait mieux apparaître les deux fonctions σ, σ'.

» Il est donc établi que la surface (γ') correspond à (γ) avec conservation des lignes de courbure; mais si l'on calcule de plus son élément li-

néaire à l'aide de la formule donnée au n° 482, on trouvera que, si l'on définit une variable ω' par la relation

$$(17) \qquad \operatorname{tang} \frac{\omega - \omega'}{2} = - n \cot \sigma',$$

cette fonction ω' vérifiera encore les quatre équations (4) et (8) où n serait remplacé par $-n$ et ω par ω'; et l'élément linéaire de (γ') aura pour expression

$$(18) \qquad ds^2 = \cos^2 \omega' \, du^2 + \sin^2 \omega' \, dv^2.$$

» De là il résulte que les lignes asymptotiques de (γ'), définies par les équations

$$u \pm v = \text{const.},$$

correspondent à celles de la surface (γ).

» La sphère (S), tangente en γ, γ' aux surfaces (γ), (γ'), a pour centre le point M de la normale à (γ) qui a pour coordonnées

$$(19) \qquad x = y = 0, \qquad z = - n \cot \sigma'.$$

Quand u et v varieront, les projections du déplacement de ce point seront données par les formules générales et seront

$$D_x = \frac{m}{\cos \sigma \sin \sigma'} \frac{\partial \sigma'}{\partial u} du, \qquad D_y = \frac{m}{\sin \sigma \sin \sigma'} \frac{\partial \sigma'}{\partial v} dv, \qquad D_z = n \frac{d\sigma'}{\sin^2 \sigma'}.$$

Elles permettront d'obtenir l'élément linéaire de la surface (Θ) décrite par le point M sous la forme

$$(20) \quad ds^2 = \frac{\sin^2 \sigma' + n^2 \cos^2 \sigma'}{\sin^4 \sigma'} d\sigma'^2 + \frac{m^2}{\sin^2 \sigma'} \left(\operatorname{tang} \sigma \frac{\partial \sigma'}{\partial u} du - \cot \sigma \frac{\partial \sigma'}{\partial v} dv \right)^2.$$

Comme on peut, en vertu des formules (15) et (16), poser

$$\operatorname{tang} \sigma \frac{\partial \sigma'}{\partial u} du - \cot \sigma \frac{\partial \sigma'}{\partial v} dv = dw,$$

on reconnaîtra dans l'équation précédente l'élément linéaire qui convient à une quadrique (Q) dont l'axe de révolution est $2i$, l'axe équatorial étant $2mi$.

» Si l'on considérait de même la sphère (S') tangente en c, c' aux surfaces (c), (c'), on verrait qu'elle a pour équation

$$(21) \quad x^2 + y^2 + z^2 - 2m \frac{\cos \sigma}{\cos \sigma'} x - 2m \frac{\sin \sigma}{\cos \sigma'} y - 2n \operatorname{tang} \sigma' z + m^2 = 0,$$

et que son centre M′ décrit une surface (Θ') complémentaire de (Θ) et applicable aussi sur (Q).

» Au lieu de poursuivre la démonstration dans le détail, je préfère m'arrêter au point important et chercher ce que donnent les résultats précédents quand on les applique aux surfaces à courbure constante positive.

» Pour obtenir une surface à courbure constante $\frac{1}{a^2}$, effectuons une transformation homothétique avec le rapport de similitude ai et remplaçons dans la formule (1), u et ω par ui et ωi respectivement. L'élément linéaire de la surface (γ) deviendra

$$(22)\qquad ds^2 = a^2\cos^2\omega i\, du^2 - a^2\sin^2\omega i\, dv^2,$$

ω satisfaisant à l'équation

$$(23)\qquad \frac{\partial^2\omega}{\partial u^2} + \frac{\partial^2\omega}{\partial v^2} = i\sin\omega i\cos\omega i.$$

» Remplaçons m et n par $\frac{b}{a}$ et $\frac{c}{a}$; $2a$, $2b$, $2c$ seront les axes et la distance focale de la quadrique de révolution dans laquelle se transforme (Q). Les équations (15), (16) prendront la forme

$$(24)\qquad \begin{cases} b\left(\dfrac{\partial\theta}{\partial u} - \dfrac{\partial\omega}{\partial v}\right) = ai\sin\theta\cos i\omega - ci\cos\theta\sin\omega i,\\ b\left(\dfrac{\partial\theta}{\partial v} + \dfrac{\partial\omega}{\partial u}\right) = -a\cos\theta\sin i\omega + c\sin\theta\cos\omega i,\end{cases}$$

$$(25)\qquad \begin{cases} b\left(\dfrac{\partial\theta'}{\partial u} - \dfrac{\partial\omega}{\partial v}\right) = ai\sin\theta'\cos i\omega + ci\cos\theta'\sin\omega i,\\ b\left(\dfrac{\partial\theta'}{\partial v} + \dfrac{\partial\omega}{\partial u}\right) = -a\cos\theta'\sin i\omega - c\sin\theta'\cos\omega i,\end{cases}$$

et elles ne pourront déterminer pour θ et θ' que des valeurs imaginaires, de sorte que le losange $\gamma c\gamma' c'$ aura ses côtés et deux de ses sommets imaginaires; mais *le point* γ' *pourra être réel comme* γ. *Il en sera de même des points* M *et* M′ *qui décrivent les surfaces* (Θ), (Θ').

» En effet, les équations qui définissent le point γ' sont ici

$$(26)\qquad x''^2 + y''^2 + z''^2 = 2\frac{ib\cos\sigma'}{\cos\sigma}x'' = \frac{2ib\cos\sigma'}{\sin\sigma}y'' = -2icz''\cot\sigma';$$

celles qui définissent le point M sont

$$(27)\qquad x = y = 0,\qquad z = -ic\cot\sigma'.$$

» Enfin le point M′ sera le centre de la sphère

$$(28)\qquad x^2+y^2+z^2-2bi\frac{\cos\sigma}{\cos\sigma'}x-2bi\frac{\sin\sigma}{\cos\sigma'}y-2ic\tang\sigma' z-b^2=0.$$

» Supposons d'abord que la quadrique (Q) soit un ellipsoïde ayant pour grand axe a. Les constantes b et c seront réelles. Les équations (25) seront vérifiées si l'on y fait

$$\theta'=\theta_0+\pi,$$

θ_0 étant l'imaginaire conjuguée de θ. *Alors,* $\tang\sigma'$, $\cos\sigma'$ *seront des quantités purement imaginaires, les surfaces* (γ'), (θ), (θ') *seront réelles et la transformation* de (γ) en (γ') s'obtiendra par la seule intégration du système (24).

» Il en sera de même si (Q) est un hyperboloïde à deux nappes. Alors, bi sera réelle; on pourra prendre $\theta'=\theta_0$, et les équations (26) à (28) se présenteront encore sous forme réelle.

» Dans le cas où (Q) serait un ellipsoïde aplati, les surfaces (c) et (c'), (γ) et (γ') seraient imaginaires conjuguées.

» En résumé, le théorème de M. Guichard permet d'utiliser, pour la Géométrie des éléments réels, les transformations de MM. Bianchi et Bäcklund lorsque, appliquées aux surfaces à courbure positive, elles se présentent sous une forme nécessairement imaginaire.

» Il existe du reste d'autres transformations réelles des surfaces à courbure constante qui utilisent d'une manière plus complète les transformations de MM. Bianchi et Bäcklund lorsqu'elles sont imaginaires. Il suffit, pour les obtenir, d'effectuer successivement deux transformations de Bäcklund, assujetties à l'unique condition d'être imaginaires conjuguées l'une de l'autre. Je laisserai ce sujet de côté pour le moment afin de m'occuper des rapports qui existent entre la théorie des surfaces isothermiques et la déformation des quadriques les plus générales. Ces rapports, déjà signalés dans un cas particulier par M. Thybaut, ont leur origine dans la proposition suivante :

» *Si une quadrique générale* (Q) *roule sur une surface applicable* (θ), *les* 8 *points où les génératrices isotropes de* (Q) *coupent le plan de contact de* (Q) *et de* (θ) *décrivent* 8 *surfaces isothermiques qui peuvent se grouper en quatre couples formés de surfaces ayant même représentation sphérique, ou en douze couples formés de surfaces normales à des cercles faisant partie d'un système cyclique.* »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Inscription électrique des mouvements valvulaires qui déterminent l'ouverture et l'occlusion des orifices du cœur*, par M. **A. Chauveau.**

« Dans la séance du 24 mars 1894, je présentais à l'Académie une Note accompagnée de graphiques sur l'*inscription électrique des mouvements des valvules déterminant l'ouverture et l'occlusion de l'orifice aortique*. Il ne s'agissait alors que d'une expérience *unique*, préludant à d'autres annoncées, qui ont été exécutées depuis. Ces expériences inédites sont au nombre de sept. La place me manquerait ici pour en faire la relation, même résumée. Je les publierai dans le prochain numéro du *Journal de la Physiologie et de la Pathologie générale*. Mais je tiens auparavant à faire connaître à mes Confrères quelques types de graphiques obtenus dans ces expériences, avec les conclusions qui en découlent pour le mécanisme du cœur.

» Valvules auriculo-ventriculaires. — Ces valvules, la *tricuspide* et la *mitrale*, qui garnissent, celle-ci l'orifice du cœur gauche, celle-là l'orifice du cœur droit, ne peuvent pas être étudiées par les mêmes procédés ni dans les mêmes conditions physiologiques. Le jeu de la *mitrale* ne se prête à l'inscription électrique que chez les sujets dont le cœur a été mis à nu. Celui de la *tricuspide* peut être mis en évidence chez le sujet en état normal. Mais les résultats sont identiques dans les deux cas, qui se servent ainsi réciproquement de contrôle.

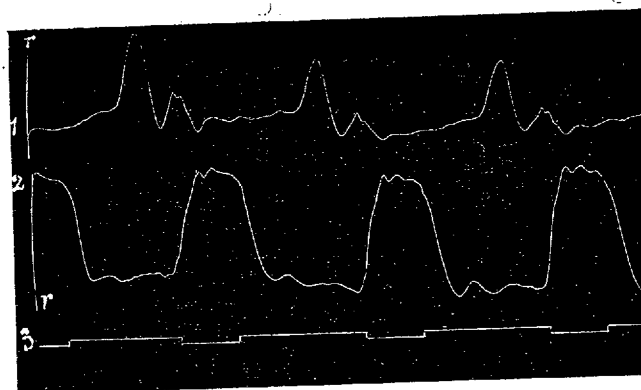
» 1° *Valvule tricuspide*. — Le sujet, un cheval, reçoit dans le cœur droit, par la voie d'une des veines jugulaires et de la veine cave supérieure, la sonde à double courant garnie de deux ampoules, l'une pour la cavité auriculaire, l'autre pour la cavité ventriculaire, ampoules à l'aide desquelles on peut transmettre au dehors et inscrire les changements de pression déterminées par la systole et la diastole de l'oreillette droite et du ventricule droit. La partie rétrécie intermédiaire aux deux ampoules porte un ressort-contact très flexible, qui fait partie du circuit d'un signal Marcel Deprez. Quand la tricuspide est relevée et pressée par le sang, sur sa face inférieure, le contact s'établit et le circuit électrique se forme. Au contraire, le contact cesse et le circuit se rompt quand le ventricule se relâche et que la tricuspide s'abaisse. Les mouvements de cette valvule sont ainsi très nettement indiqués au dehors par les mouvements du style actionné par l'électro-aimant du signal.

» La *fig.* 1 montre un échantillon des graphiques obtenus dans ces conditions :

» 1, représente les variations de la pression intra-auriculaire ; 2, celles de la pression intra-ventriculaire; 3, les déplacements du style du signal-indicateur des mouvememts de la tricuspide; *r*, *r*, les repères naturels, exactement superposés, permettant d'apprécier le synchronisme des divers phénomènes inscrits.

» Il ressort des tracés 2 et 3 que l'électro-aimant suit le ventricule dans son fonctionnement. Cet électro-aimant est actif pendant toute la durée de la systole ventriculaire et inactif pendant toute le durée de la diastole ventriculaire. Donc, quand la pression *commence* à s'élever dans le ventricule sous l'influence de la systole, l'orifice auriculo-ventriculaire est déjà exactement fermé par la tricuspide. Le tracé de l'oreillette fait voir qu'elle est alors sortie, depuis un temps notable, de sa période d'activité.

Fig. 1.



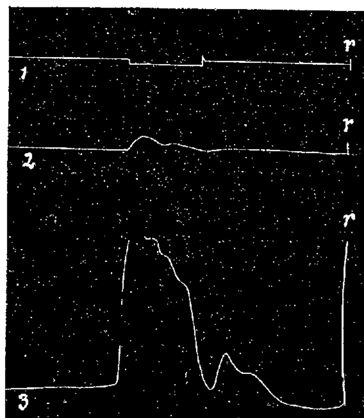
Jeu de la tricuspide, en rapport avec les systoles et les diastoles de l'oreillette et du ventricule droits.

» 2° *Valvule mitrale.* — Un cheval, couché sur le côté droit, est préparé à l'expérience par la section atloïdo-occipitale de la moelle épinière et la respiration artificielle. Il a reçu, au préalable, par la voie carotidienne, la sonde à double courant du cœur gauche avec ampoule dans l'aorte, au-dessus des valvules sigmoïdes, et ampoule dans le ventricule, au-dessous de ces valvules. Le cœur est mis à nu du côté gauche. Par une petite plaie du sommet de l'auricule, on introduit dans l'oreillette gauche et l'on maintient du dehors, au centre de l'orifice auriculo-ventriculaire, un appareil à ressort-contact, analogue à celui qui a servi pour l'inscription des mouvements de la tricuspide. Cette fois, ce sont ceux de la mitrale qui

actionnent le ressort-contact et font jouer le signal. Ces mouvements sont toujours très énergiques, malgré les conditions extra-physiologiques dans lesquelles se trouve le sujet. On ne manque donc jamais d'obtenir l'inscription parfaite de ces mouvements.

» Voici, *fig.* 2, un exemple des graphiques recueillis dans ces expériences : 1, représente les déplacements du signal; 2, la pulsation (intérieure) de l'aorte; 3, la pulsation (intérieure) du ventricule; *r*, *r*, *r*, les

Fig. 2.



Jeu de la mitrale, en rapport avec la systole et la diastole ventriculaires gauches et avec la pulsation aortique (celle-ci exceptionnellement précoce).

repères. Ici encore il est facile de voir que le signal est actionné pendant toute la durée de la systole du ventricule. Donc, l'orifice auriculo-ventriculaire est fermé par la mitrale dès le premier instant de l'élévation de pression que cette systole développe à l'intérieur de la cavité du ventricule.

» Valvules sigmoïdes. — Pour ces valvules, il y a inversion des conditions d'exécution des expériences. Les valvules du *cœur droit* ne peuvent être atteintes que sur l'organe mis à nu. Celles du *cœur gauche*, au contraire, se prêtent à l'inscription de leurs mouvements chez le cheval debout, en parfait état physiologique.

» 1° *Sigmoïdes pulmonaires*. — Je n'ai fait qu'une seule tentative d'inscription électrique du jeu des sigmoïdes pulmonaires. Cette tentative a échoué parce que le contact récepteur, introduit de bas en haut, au centre de l'orifice pulmonaire, à l'aide d'une ponction de l'infundibulum, ne jouissait pas d'une sensibilité suffisante.

» 2° *Sigmoïdes aortiques.* — Aux graphiques de la Note de 1894, sur le jeu des sigmoïdes aortiques, je puis ajouter aujourd'hui d'autres documents autrement intéressants, parmi lesquels je choisis les graphiques de la *fig.* 3. Ils ont été obtenus sur un cheval resté, après l'application des appareils, en santé tout à fait normale. Ainsi, on a pu enregistrer : 1, la pression aortique (pulsation artérielle intérieure); 2, la pression du ventricule gauche (pulsation ventriculaire intérieure); 3, le jeu des valvules sigmoïdes d'après les indications d'un signal électrique; 4, les indications d'un autre signal électrique marquant le temps (la demi-seconde). Or, ce dernier tracé (chronographique) montre que le cœur battait seulement quarante-cinq fois par minute. Le nombre des battements, avant l'application des appareils, était de quarante-deux. Cette application n'avait donc provoqué, dans les premiers moments, qu'une accélération insignifiante du rythme cardiaque.

» Les rapports du jeu des sigmoïdes avec les autres phénomènes du mécanisme du cœur se traduisent dans ces graphiques avec une grande netteté. On y voit très bien que les valvules s'abaissent et se tendent en travers de l'orifice, pour en déterminer l'occlusion, au moment même où va commencer la chute de la pression intraventriculaire, par suite de l'entrée du muscle cardiaque en état de relâchement. Quant à la détente systolique des valvules, elle se produit un peu plus tôt que dans l'expérience de 1894. En effet, le mouvement du signal qui indique cette détente coïncide avec le début de la systole ventriculaire elle-même. Elle précède donc sensiblement l'ouverture effective de l'orifice aortique et la pulsation de l'aorte. Dans le cas actuel, la pression sous-valvulaire arrivait très vite à neutraliser l'effet de la pression sus-valvulaire sur le ressort-contact.

» Conclusions. — Des exemples précédents et surtout des courbes autographiques qui en traduisent aux yeux les résultats, on peut tirer les conclusions suivantes :

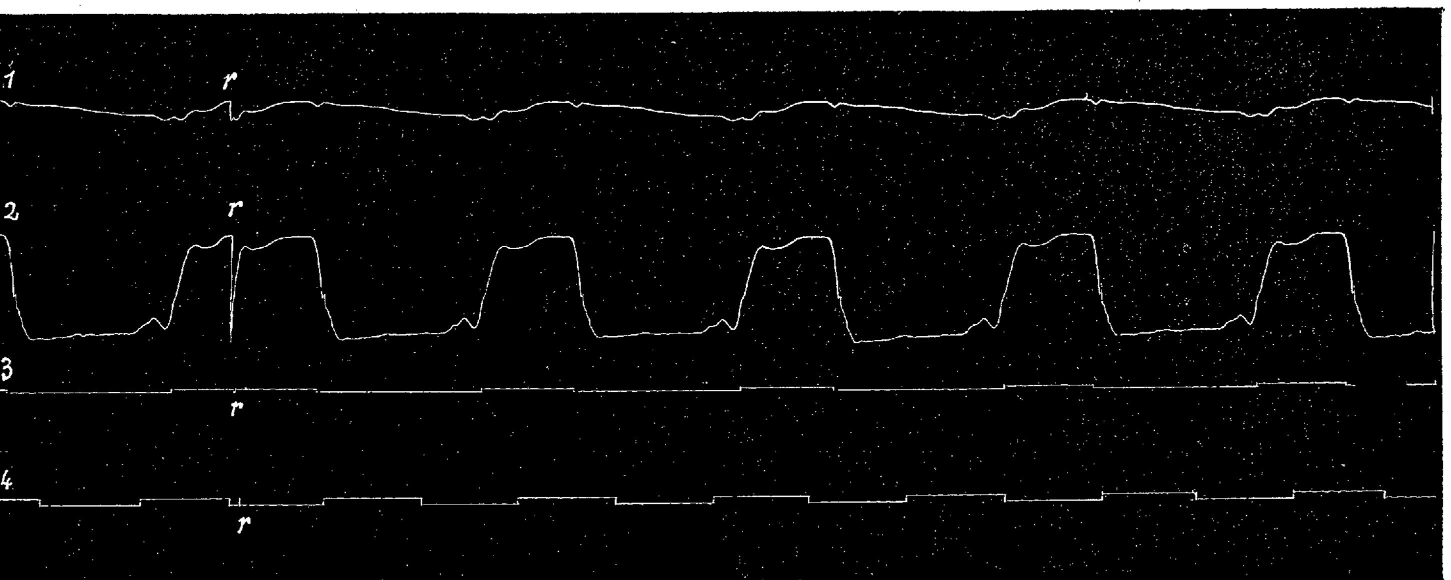
» I. En ce qui concerne les *valvules auriculo-ventriculaires :*

» 1° Les valvules auriculo-ventriculaires se relèvent et ferment l'orifice qu'elles garnissent dans la phase de début de la systole ventriculaire;

» 2° Elles s'abaissent et rendent libre l'orifice auriculo-ventriculaire entre la fin de la systole et le début de la diastole des ventricules;

» 3° Le temps pendant lequel les valvules sont relevées et tendues en travers de leur orifice est donc sensiblement et respectivement égal à la durée de chacune des deux systoles ventriculaires;

Fig. 3.



Jeu des valvules aortiques, en rapport avec les systoles et les diastoles du ventricule gauche.

1. Pression intra-aortique (pulsation intérieure de l'aorte).
2. Pression intra-ventriculaire (pulsation intérieure du ventricule gauche).
3. Signal indicateur des mouvements des sigmoïdes, ouvrant et fermant l'orifice aortique.
4. Chronographe ($\frac{1}{2}$ seconde).

r, r, r, r, repères naturels. Il en existe d'autres excellents à la fin des lignes de tracés.

» 4° Il n'y a d'accroissement sensible de la pression intra-ventriculaire qu'au moment où les ventricules se contractent, en provoquant le soulèvement des valvules mitrale et tricuspide et la fermeture des orifices auriculo-ventriculaires;

» 5° Les oreillettes ne pourraient donc concourir à cet accroissement de la pression intra-ventriculaire. Du reste, leur systole est alors terminée et elles se trouvent en état de passivité;

» 6° Le premier bruit du cœur étant causé par le soulèvement et la tension des valvules auriculo-ventriculaires occupe, dans la révolution cardiaque, la place indiquée par les signaux électriques pour ce soulèvement et cette tension.

» Ce premier bruit est donc isochrone à la phase de début de la systole ventriculaire, c'est-à-dire qu'il se produit pendant la première partie de la brusque ascension de la courbe des pressions intra-ventriculaires.

» Il devance toujours sensiblement la pulsation aortique, qui ne se produit jamais que dans la dernière partie de cette ascension, alors que la pression systolique du ventricule gauche a atteint la valeur suffisante pour soulever effectivement les sigmoïdes, les écarter les uns des autres et faire pénétrer le sang dans l'aorte.

» II. En ce qui concerne les *valvules sigmoïdes :*

» Les valvules aortiques s'abaissent, ferment leur orifice et se tendent brusquement, en produisant le deuxième bruit du cœur, juste au moment où le ventricule se relâche pour se mettre en diastole et où la valvule mitrale, en s'abaissant, ouvre l'orifice auriculo-ventriculaire gauche.

» Donc, de même que le premier bruit est un phénomène du début de la systole ventriculaire, de même le deuxième bruit est un phénomène du début de la diastole ventriculaire.

» L'exacte coïncidence qui existe toujours entre la fermeture de l'orifice aortique et l'ouverture de l'orifice mitral peut aussi exister entre la fermeture de l'orifice mitral et l'ouverture de l'orifice aortique, lorsque la pression est très faible dans l'aorte, comme c'est le cas quelquefois sur le sujet préparé pour l'étude du cœur mis à nu.

» Mais, chez les sujets en état physiologique, cette dernière coïncidence n'existe jamais. La fermeture de l'orifice mitral précède toujours l'ouverture de l'orifice aortique. Ceci tient à ce que la pression développée par la systole ventriculaire devient rapidement suffisante pour soulever et tendre la valvule mitrale, tandis qu'il faut au ventricule un peu plus de temps pour communiquer au sang ventriculaire une pression supérieure à celle du sang aortique. »

ASTRONOMIE. — *Nouvelles observations de la planète* EL (Coggia, 31 mars 1899), *faites à l'observatoire de Marseille (observateur : M.* Coggia ; *instrument : équatorial de* 0^m, 26 *d'ouverture*). Note de M. **E. Stéphan.**

Dates 1899.	Temps moyen de Marseille.	ΔR.	ΔP.	R apparente.	P apparente.	Loc. fact. par. en R.	Loc. fact. par. en P.	⋆.
	h m s	m s		h m s				
vril 3...	11. 0.46	+3.26,95	+ 0.11,8	12.56.51,93	96°.24′.41″,5	$-\bar{1}$,102	−0,825	1
4...	13.45. 7	+2.35,93	− 8. 3,9	12.56. 0,91	96.16.25,8	$+\bar{1}$,268	−0,822	2
5...	12.59. 5	−2.20,17	+10. 9,3	12.55.16,65	96. 9.10,7	$+\bar{1}$,050	−0,824	3
6...	10.38. 5	−3. 1,27	+ 3.24,0	12.54.35,55	96. 2.25,4	$-\bar{1}$,152	−0,823	4
7...	10.50. 8	−3.47,26	− 4. 2,6	12.53.49,57	95.54.58,8	$-\bar{1}$,047	−0,823	5
10...	10.27.54	+3.38,49	+ 4. 0,4	12.51.35,06	95.32.37,6	$-\bar{1}$,101	−0,820	6
11...	10.33. 1	+2.53,30	− 3.22,4	12.50.49,87	95.25.14,8	$-\bar{1}$,035	−0,820	7
12...	10.15.41	+2. 9,26	−10.37,8	12.50. 5,84	95.17.59,5	$-\bar{1}$,113	−0,818	8
15...	10. 0.40	−3.18,99	+ 4. 6,6	12.47.53,67	94.56. 8,9	$-\bar{1}$,124	−0,816	9

Positions des étoiles de comparaison.

⋆.	Grandeur.	Ascension droite moyenne 1899,0.	Réduction au jour.	Position moyenne 1899,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s			
1......	8	12.53.21,89	+3,09	96°.24′.10″,0	+19″,7	15949 Paris.
2......	»	»	+3,09	»	+19,7	»
3......	9	12.57.33,72	+3,10	95.58.41,7	+19,7	16035 Paris.
4......	»	»	+3,10	»	+19,7	»
5......	»	»	+3,11	»	+19,7	»
6......	10	12.47.53,46	+3,11	95.28.17,3	+19,9	8614 Munich I.
7......	»	»	+3,11	»	+19,9	»
8......	»	»	+3,12	»	+20,0	»
9......	9	12.51. 9,53	+3,13	94.51.42,4	+19,9	15910 Paris.

» A l'aide de ces observations et de celles du même observateur (31 mars et 1er avril), qui ont été publiées dans les *Comptes rendus* (t. CXXVIII, p. 854), M. Louis Fabry a calculé les éléments provisoires suivants de l'orbite de la planète :

Époque : 7 avril 1899, midi moyen de Paris.

Anomalie moyenne........................	209°.14′.28	
Distance du nœud ascendant au périhélie....	156.21.57	1899,0
Longitude du nœud ascendant.............	196.15.54	1899,0
Inclinaison..............................	9.32.40	1899,0

Excentricité	0,12748
Moyen mouvement	764",58
Demi-grand axe	2,78218

» Ces éléments ont été calculés par la méthode que Yvon Villarceau a exposée dans le Tome III des *Annales de l'Observatoire de Paris*.

» De ces éléments, M. Louis Fabry a déduit l'éphéméride suivante, qui donne les lieux moyens, rapportés à l'équinoxe 1899,0, pour minuit de Paris.

1899.	Æ.	⊕.	log Δ.	log *r*.
Avril 30	12h38m23	— 3°16',7	0,3375	0,4897
Mai 2	12.37.22	— 3. 5,3	0,3401	0,4895
4	12.36.26	— 2.54,5	0,3429	0,4893
6	12.35.33	— 2.44,2	0,3458	0,4891
8	12.34.46	— 2.34,5	0,3489	0,4889
10	12.34. 3	— 2.25,3	0,3521	0,4888
12	12.33.24	— 2.16,8	0,3554	0,4886
14	12.32.51	— 2. 8,9	0,3589	0,4884

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, le Tome X (11e et 12e année : 1897, 1898) des « Annales de l'École nationale d'Agriculture de Montpellier » (présenté par M. P.-P. Dehérain, au nom de M. *Ferrouillat,* directeur de l'École).

« Ce Volume renferme plusieurs études météorologiques de M. Houdaille; des recherches sur la variole ovine, de M. le Dr Duclert; sur le croisement continu, par M. Sennequier; sur le black rot, par MM. Ravaz et Bonnet; un travail sur la cuscute de la Vigne, par MM. Viala et Boyer; un Mémoire de Sériciculture, de M. Lambert. Il montre, une fois de plus, quelle activité scientifique anime le personnel de cette École, qui a pris une si grande part à la reconstitution de notre vignoble. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle planète Coggia (EL), faites à l'observatoire d'Alger, à l'équatorial coudé de* 0m,316 *d'ouverture*; par M. **Rambaud**, présentées par M. Lœwy.

Dates. 1899.	Étoiles.	Planète. — Étoile. Ascension droite.	Déclinaison.	Nombre de comparaisons.
		m s	′ ″	
Avril 2	*a*	+ 1.53,41	+14.53,4	11: 8
3	*b*	+ 3.29,57	— 0.38,1	15:10
4	*b*	+ 2.41,82	+ 7.13,3	13:10
5	*b*	+ 1.59,34	+14. 1,2	16:12
7	*c*	+ 1.20,87	— 3.59,0	19:14
8	*c*	+ 0.38,31	+ 2.59,2	16:10

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1899.	★	Ascens. droite moyenne 1899,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1899,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Avril 2.	*a*	12.55.41,64	+ 3,07	— 6.46.26,4	—19,5	W_1, n° 914
3.	*b*	12.53.21,83	+ 3,09	— 6.24.10,0	—19,5	½[Paris, n° 15949 + Radcliffe 3375]
4.	*b*	»	+ 3,09	»	—19,5	» »
5.	*b*	»	+ 3,10	»	—19,4	» »
7.	*c*	12.52.26,30	+ 3,11	— 5.50.44,9	—19,4	½[Seeliger, 8705 + Paris, 15932]
8.	*c*	»	+ 3,11	»	—19,3	» »

Positions apparentes de la planète.

Dates. 1899.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Avril 2....	10.40.40	12.57.38,12	$\bar{1},273_n$	— 6.31.52,5	0,777
3....	9.24.12	12.56.54,49	$\bar{1},496_n$	— 6.25. 7,6	0,766
4....	10.44.27	12.56. 6,74	$\bar{1},413_n$	— 6.17.16,2	0,770
5....	8.46.50	12.55.24,27	$\bar{1},550_n$	— 6.10.28,2	0,760
7....	10.23.34	12.53.50,28	$\bar{1},243_n$	— 5.55. 3,3	0,773
8....	8.50.42	12.53. 7,72	$\bar{1},517_n$	— 5.48. 5,0	0,689

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la stérilisation industrielle des eaux potables par l'ozone.* Note de MM. **Marmier** et **Abraham**, présentée par M. J. Violle.

« Nos recherches sur la stérilisation industrielle des eaux potables par l'ozone remontent à 1895 (¹). Elles ont été poursuivies au laboratoire de Microbie technique de l'Institut Pasteur et au laboratoire de Physique de l'École Normale supérieure.

» La Municipalité de Lille ayant bien voulu nous accueillir, nous avons pu faire, dans cette ville, un essai industriel portant sur de grandes quantités d'eau. Cet essai a été réalisé avec la collaboration de M. X. Gosselin, ingénieur des Arts et Manufactures.

» L'usine de stérilisation comprend trois parties :

» A les appareils producteurs de courant;

» B les appareils producteurs d'ozone;

» C les appareils de stérilisation.

» A. La partie électrique de l'installation a été établie par MM. Hillairet-Huguet. Le transformateur permet d'opérer sous 30000 volts efficaces au secondaire.

» B. Les appareils à effluve, d'une construction industrielle, sont établis d'après les mêmes principes que l'appareil classique de M. Berthelot. On les met en relation, d'une part, avec le secondaire du transformateur et, d'autre part, avec les électrodes d'un déflagrateur où l'on produit des *étincelles efficaces* de Hertz en employant les procédés connus (²). Ces générateurs d'ozone sont, en outre, caractérisés par leur mode de refroidissement; l'eau de réfrigération circule *sans interruption* et *simultanément dans les deux séries d'électrodes;* elle arrive à chaque électrode et en sort *par un appareil compte-gouttes* qui assure l'isolement.

» C. Au sortir des générateurs, l'ozone est envoyé dans une colonne en maçonnerie,

---

(¹) Les propriétés bactéricides de l'ozone sont connues depuis longtemps; elles ont été signalées nettement en 1881 par M. James Chappuis (*Bulletin de la Société chimique*). En ce qui concerne l'emploi de ce corps pour la stérilisation des eaux, M. G. Seguy est l'un des premiers à en avoir émis l'idée. En 1891, M. Fröhlich a insisté sur cette application particulière. En 1893, à la suite des travaux de Fröhlich, M. Ohlmuller publie un certain nombre de résultats démonstratifs (*Arb. a. d. k. Gesundh.*, VIII). M. Van Ermengen, enfin, a fait connaître, en 1895, les expériences de stérilisation effectuées par lui avec les appareils de MM. Schneller, Van der Sleen et Tyndal (*Ann. Inst. Pasteur;* 1895).

(²) Abraham, *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 991; 1899.

où il rencontre l'eau à traiter, et dans laquelle se trouve réalisée une circulation méthodique de l'ozone et de l'eau. Une filtration grossière a, tout d'abord, éliminé les matières solides en suspension.

» Après plusieurs mois de fonctionnement de l'usine de stérilisation, la ville de Lille a constitué, sous la présidence de M. le Dr Staes-Brame, adjoint au Maire, une Commission officielle d'expertise, composée de MM. le Dr Roux, Membre de l'Institut, Membre de l'Académie de Médecine, Sous-Directeur de l'Institut Pasteur; Buisine, Professeur de Chimie industrielle à la Faculté des Sciences de Lille; Dr Calmette, Directeur de l'Institut Pasteur de Lille, Professeur à la Faculté de Médecine de Lille; Bouriez, expert chimiste.

» En déposant sur le Bureau de l'Académie le rapport de cette Commission, nous nous permettons d'extraire des *conclusions* les passages suivants :

» Tous les microbes pathogènes ou saprophytes, que l'on rencontre dans les eaux étudiées par nous, sont parfaitement détruits par le passage de ces eaux dans la colonne ozonatrice. Seuls, quelques germes de *Bacillus subtilis* résistent [1].

» L'ozonisation de l'eau n'apporte dans celle-ci aucun élément étranger préjudiciable à la santé des personnes appelées à en faire usage. Au contraire, par suite de la non-augmentation de la teneur en nitrates et de la diminution considérable de la teneur en matières organiques, les eaux soumises au traitement par l'ozone sont moins sujettes aux pollutions ultérieures et sont, par suite, beaucoup moins altérables. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'alcool furfurique*. Note de M. G. André.

« L'alcool furfurique $C^5H^6O^2$ était, avant le travail de L. von Wissel et B. Tollens (*Liebig's Annalen*, t. CCLXXII, p. 291; 1892), un corps peu connu et dont il était difficile de préparer de grandes quantités. D'ailleurs, cet alcool obtenu par les anciens procédés était le plus souvent impur et spontanément altérable au bout de quelques heures. Ce liquide, incolore au moment de sa production, noircissait ultérieurement en abandonnant des corps résineux; il contenait du reste fréquemment une plus ou moins grande quantité de furfurol.

---

[1] Il importe d'observer (dit ensuite le Rapport) que le *B. subtilis* (microbe du foin) est tout à fait inoffensif pour l'homme et pour les animaux; et d'ailleurs les germes de ce microbe résistent à la plupart des moyens de destruction, tels que le chauffage à la vapeur sous pression à 110°.

» MM. Berthelot et Rivals (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e s., t. VII, p. 34; 1896) ayant déterminé récemment la chaleur de formation du furfurol et celle de l'acide pyromucique, je me suis efforcé d'obtenir de l'alcool furfurique aussi pur que possible, pour compléter l'étude des relations thermiques de cette intéressante série. A ce propos, je ferai connaître quelques détails de cette préparation.

» J'ai d'abord préparé cet alcool par l'ancien procédé dû à Hugo Schiff (*Liebig's Annalen*, t. CCXXXIX, p. 374; 1887), qui consiste à mettre le furfurol (10^{gr} à 15^{gr} à la fois) au contact de la potasse aqueuse concentrée, employée sans excès. Ce mélange s'échauffe et se prend en une masse rougeâtre au bout de quelques minutes. On dissout dans l'eau le magma qui renferme de l'alcool furfurique, du pyromucate de potassium et du furfurol inattaqué; on sature par CO^2 et l'on épuise à l'éther. J'avais pris le parti, pour altérer le moins possible le produit, de chasser l'éther à basse température dans le vide, puis, sitôt que le thermomètre montait à 60°, de rectifier plusieurs fois à point fixe sous pression réduite. J'ai ainsi obtenu, dans une première préparation, un liquide incolore bouillant à 87°-89°,5 ($H = 28^{mm}$) et donnant à l'analyse :

C pour 100 = 61,04, $\quad$ H = 6,13 $\quad$ (calculé pour $C^5H^6O^2$: C = 61,22; H = 6,12).

Ce liquide donnait encore la réaction du furfurol quand on le traitait par l'acétate d'aniline, alors que l'alcool pur ne fournit pas de coloration. J'ai cependant opéré la combustion de ce produit dans la bombe calorimétrique; deux expériences m'ont donné, pour la chaleur de combustion de 1 molécule $C^5H^6O^2$: $598^{Cal},98$ et $602^{Cal},74$ à volume constant; la moyenne est de $600^{Cal},86$. Une deuxième préparation m'a fourni, après fractionnement dans le vide ($H = 24^{mm},3$), un liquide bouillant à 83°,5-84° et donnant à l'analyse C = 60,47, H = 6,09. Ce produit a été redistillé à la pression ordinaire ($H = 751^{mm},5$), il bouillait à 168°-169° et a fourni les chiffres suivants : C = 61,24; H = 5,97. Sa chaleur de combustion moléculaire m'a donné $607^{Cal},43$ et $611^{Cal},24$, moyenne $609^{Cal},33$. Une troisième préparation m'a fourni un liquide bouillant, après deux rectifications dans le vide ($H = 47^{mm}$), à 98°,5-99°,5 : C = 60,99, H = 6,50; sa chaleur de combustion moléculaire a été trouvée de $609^{Cal},3$ et $603^{Cal},3$; moyenne $606^{Cal},3$. J'ai distillé ensuite le même liquide de la troisième préparation à la pression ordinaire ($H = 759^{mm},3$); il bouillait à 167°,5-168°,5 et a donné à l'analyse : C = 61,36; H = 6,30. Sa chaleur de combustion est de $603^{Cal},2$ et $605^{Cal},2$; moyenne $604^{Cal},2$.

» Tous ces produits contenaient des traces de furfurol, ainsi que l'indiquait la réaction de l'acétate d'aniline; ils se dissolvaient bien dans l'eau cependant. J'ai alors utilisé le mode de préparation indiqué par von Wissel et Tollens (*loc. cit.*) : 35^{gr} de soude dissous dans 70^{cc} d'eau sont additionnés, en refroidissant, de 70^{gr} de furfurol. On ajoute ensuite de l'eau pour dissoudre le magma qui s'est formé et l'on sature par l'acide carbonique. On chauffe à 140° au bain d'huile dans un courant de vapeur d'eau. Le liquide distillé est traité par K^2CO^3, qui sépare une couche huileuse que l'on sèche sur K^2CO^3 sec et que l'on rectifie. L'alcool est alors sensiblement pur. Le produit que j'ai obtenu dans une semblable préparation a été fractionné dans le vide;

il bouillait presque en totalité à 74°-74°,5 ($H = 17^{mm}$) et à 168°,5-169°,5 ($H = 752^{mm}$); il ne donnait pas de coloration avec l'acétate d'aniline. Son analyse a fourni les chiffres suivants : $C = 60,87$, $H = 6,10$. Préparé depuis deux mois, il n'est pas encore altéré.

» Sa chaleur de combustion a été trouvée de $611^{Cal},39$ et $613^{Cal},61$; moyenne $612^{Cal},5$ à volume constant, soit, à pression constante, $612^{Cal},78$; c'est ce chiffre que j'adopterai définitivement.

» On a donc, pour la chaleur de formation de l'alcool furfurique, à partir des éléments :

$$C^5 \text{ diamant} + H^6 + O^2 = 5 \times 94^{Cal},3 + 3 \times 69^{Cal} - 612^{Cal},78 = +65^{Cal},72.$$

» Le furfurol $C^5H^4O^2$ donne (Berthelot et Rivals) : $C^5 + H^4 + O^2$ dégage $+49^{Cal},7$; l'acide pyromucique $C^5 + H^4 + O^3$ dégage $+115^{Cal},4$. La différence entre l'aldéhyde et l'alcool est de $+16^{Cal},02$; entre l'alcool et l'acide, elle est de $49^{Cal},68$.

» Comparons maintenant les chaleurs de formation de l'acide benzoïque, de l'aldéhyde benzoïque et de l'alcool benzylique.

» Acide benzoïque, $C^7 + H^6 + O^2$, dégage $+94^{Cal},2$; aldéhyde, $C^7 + H^6 + O$, dégage $+25^{Cal},4$; alcool benzylique, $C^7 + H^8 + O$, dégage $+40^{Cal},8$. La différence entre l'aldéhyde et l'alcool est de $15^{Cal},4$, entre l'alcool et l'acide de $53^{Cal},4$; les écarts sont du même ordre que pour la série furfurique. De même entre l'acide glycolique et le glycol : $160,4 - 112,3 = 48,1$.

» Pour les composés en C^5 de la série grasse on a :

» Alcool amylique de fermentation, $C^5 + H^{12} + O$, dégage $91^{Cal},6$; valéral, $C^5 + H^{10} + O$, dégage $74^{Cal},3$; différence $= 17^{Cal},3$; acide isovalérique, $C^5 + H^{10} + O^2$, dégage $142^{Cal},5$; la différence entre l'acide et l'acool est de $50^{Cal},9$. On constate donc les mêmes écarts que plus haut. La formation de l'arabite, $C^5H^{12}O^5$, par les éléments dégage $+273^{Cal},5$; celle de l'arabinose, $C^5H^{10}O^5$, $+259^{Cal},4$; différence, $14^{Cal},1$. Ces relations sont donc les mêmes pour tous les composés que nous comparons ici.

» MM. Berthelot et Rivals ont comparé l'arabinose au furfurol et montré que la différence entre leurs chaleurs de formation est égale à $259,4 - 49,7 = 209,7$, c'est-à-dire sensiblement la chaleur qui répond aux $3H^2O$ éliminés (207). Si l'on compare de même l'arabite à l'alcool furfurique, on trouve que l'arabite diffère de l'alcool furfurique par $3H^2O$. Si de la chaleur de formation de l'arabite, $273^{Cal},5$, on retranche la chaleur de formation de $3H^2O$, soit 207^{Cal}, on trouve 66,5, c'est-à-dire presque

exactement la chaleur de formation, à partir des éléments, de l'alcool furfurique. La transformation de l'arabite en alcool furfurique donne donc lieu à un phénomène thermique à peu près nul, précisément comme la transformation de l'arabinose en furfurol.

» J'ajouterai aux données qui précèdent la chaleur de dissolution dans l'eau de l'alcool furfurique; elle est, vers 13°, de $+0^{Cal},715$; celle du furfurol, d'après mes expériences, est presque nulle, soit $-0^{Cal},075$.

» J'ai également déterminé la chaleur spécifique moyenne de l'alcool furfurique entre 90° et 14°, cette chaleur est égale à 0,505; on a donc pour la chaleur moléculaire $49^{Cal},5$. La chaleur spécifique moyenne du furfurol, entre 80° et 14°, m'a donné 0,401; la chaleur moléculaire est donc égale à $38^{Cal},5$. La différence entre les chaleurs moléculaires moyennes de l'alcool et de l'aldéhyde furfuriques, entre les mêmes limites de température, est de 11^{Cal}. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Osazones oxycellulosiques*. Note de M. **Léo Vignon**.

« J'ai montré que le coton absorbe la phénylhydrazine (*Comptes rendus*, 9 août 1897). Pour préciser cette action, qui se rattache à la constitution chimiqne de la cellulose et à la théorie de certains phénomènes de teinture, j'ai l'honneur de présenter à l'Académie des expériences concernant l'action de la phénylhydrazine sur la cellulose du coton et quelques-uns de ses dérivés d'oxydation.

» *Préparation de diverses oxycelluloses.* — *a.* En milieu acide, par le chlorate de potassium et l'acide chlorhydrique, suivant la méthode que j'ai indiquée (*Comptes rendus*, 20 septembre 1897) :

30^{gr} coton; 3000^{cc} eau; 150^{gr} $KClO^3$; 125^{cc} HCl; 22°; une heure à l'ébullition.

Obtenu : 22^{gr} oxycellulose, soit .... 73,2 pour 100

» *b.* En milieu alcalin, par l'hypochlorite de soude et la soude caustique :

30^{gr} coton; 3000^{cc} eau; hypochlorite de soude contenant 70^{gr} Cl, 5^{gr} NaOH (en excès); une demi-heure à l'ébullition.

Obtenu : 5^{gr} oxycellulose, soit............ 16,5 pour 100

» *c.* Par l'acide chromique :

20^{gr} coton; 1000^{cc} eau; acide chromique, 10^{gr}; SO^4H^2, 15^{gr};

à froid......	1.	48 heures, obtenu oxycellulose :	17^{gr}, soit...	85	pour 100
	2.	120 »	» 10^{gr} » ...	50	»
à l'ébullition.	3.	1 »	» 9^{gr} » ...	45	»

» *Réaction de la phénylhydrazine sur ces diverses oxycelluloses.* — Ces oxycelluloses ne fixent à froid aucune quantité appréciable de phénylhydrazine; mais si l'on opère en milieu acétique, dans les conditions de formation des osazones, la phénylhydrazine se combine facilement à la molécule oxycellulosique.

» J'ai chauffé 5gr de chaque oxycellulose avec le mélange suivant, pendant trente minutes, au bain-marie (80°) :

Acide acétique cristallisable	7gr,5
Phénylhydrazine	12
Eau pour faire 100cc.	

» Au bout de ce temps, on filtre, on essore, on lave le résidu avec 200cc eau distillée froide et 100cc alcool froid à 93°; on obtient un produit coloré en jaune, qui est l'osazone cellulosique.

» Dans les différents produits obtenus, j'ai dosé l'azote. Voici les résultats :

	Dosage de l'azote dans les osazones pour 100.	Fixation correspondante de phénylhydrazine pour 100.
Coton blanchi	0,448	1,727
Oxycellulose (chlorate)	2,06	7,94
» (hypochlorite)	0,87	3,37
» (acide chromique 1)	1,82	7,03
» (» 2)	2	7,71
» (» 3)	2,2	8,48

» Les oxycelluloses fixent d'autant plus de phénylhydrazine qu'elles sont plus oxydées.

» Des divers modes de formation des oxycelluloses, les plus avantageux sont évidemment ceux qui, tout en donnant une cellulose très oxydée, en fournissent une proportion aussi élevée que possible ; à ce point de vue, nous avons :

	Rendement pour 100 de cellulose.	Azote fixé.
Oxycellulose (chlorate)	73,2	2,06
» (hypochlorite)	16,5	0,87
» (acide chromique 1)	85	1,82
» (» 2)	50	2
» (» 3)	45	2,20

» On voit que la formation de l'oxycellulose réussit mal en milieu alcalin. Ce fait s'explique par le défaut de résistance que présente l'oxycellulose par rapport aux alcalis caustiques; ceux-ci tendent à la détruire à mesure qu'elle se forme.

» J'ai recherché ensuite quel rapport pouvait exister, dans une oxycel-

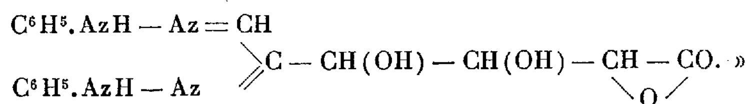
lulose donnée, entre la fixation de la phénylhydrazine et l'aptitude à donner du furfurol (voir *Comptes rendus*, 9 mai 1898).

» J'ai obtenu :

	Phénylhydrazine fixée pour 100.	Furfurol formé pour 100.
Coton blanchi	1,727	1,60
Oxycellulose (chlorate)	7,94	2,09
» (hypochlorite)	3,37	1,79
» (acide chromique 1)	7,03	3
» (» 2)	7,71	3,09
» (» 3)	8,48	3,50

» Les proportions de furfurol formé varient dans le même sens que les quantités de phénylhydrazine fixées ; mais les rapports entre ces deux phénomènes, d'une oxycellulose à l'autre, ne sont pas constants. C'est ainsi que l'oxycellulose chromique, par rapport à celle du chromate, forme relativement plus de furfurol qu'elle ne fixe de phénylhydrazine.

» La formation des osazones, à partir des oxycelluloses, corrobore l'hypothèse que nous avons faite sur la constitution de la molécule oxycellulosique (*Comptes rendus*, 28 novembre 1898). Le groupe osazonique des oxycelluloses serait



CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur le sucre réducteur et inversible des tiges de maïs* (¹). Note de MM. C. ISTRATI et G. ŒTTINGER.

« Cette étude, que nous avons commencée pendant l'été 1897 et continuée en 1898, avait pour point de départ le rapport dans lequel se trouve le sucre réducteur et inversible des tiges de maïs, dans différentes variétés de cette plante, et dans divers moments de sa végétation.

» En 1897, nous avons cultivé treize variétés ; nous avons fait trois séries de déterminations différentes, dont les moyennes se trouvent dans le Tableau I.

(¹) Travail fait au laboratoire de Chimie organique de l'Université de Bucarest.

TABLEAU I.

	Jours de végétation.	Poids des 10 tiges.	Poids du jus pour 100.	Densité à 15°.	Pouvoir rotatoire avant inversion.	Pouvoir rotatoire après inversion.	Sucre réducteur pour 1000cc de jus avant inversion.	Sucre réducteur pour 1000cc de jus après inversion.	Sucre réducteur contenu dans 10 tiges avant inversion.	Sucre réducteur contenu dans 10 tiges après inversion.	Sucre réducteur dans 100 p. de tiges avant inversion.	Sucre réducteur dans 100 p. de tiges après inversion.	Sucre inversible pour 100 part. de tiges.
		gr	gr		o	o	gr	gr	gr	gr	gr	gr	
Série I....	74	3508	55,73	1,0186	− 0,269	−0,838	8,026	10,009	14,925	18,890	0,4399	0,5504	0,1105
» II...	78¼	3433	52,43	1,0267	+0,833	−0,933	14,215	16,183	23,291	26,281	0,6747	0,8208	0,1461
» III..	85	2795	45,77	1,0321	+2,290	−1,218	15,442	21,962	19,908	27,117	0,6839	0,9642	0,2801

TABLEAU II.

	Jours de végétation.	Poids de 10 tiges.	Poids du jus pour 100.	Densité à 15°.	Pouvoir rotatoire avant inversion.	Pouvoir rotatoire après inversion.	Sucre réducteur pour 100cc de jus avant inversion.	Sucre réducteur pour 100cc de jus après inversion.	Sucre réducteur contenu dans 10 tiges avant inversion.	Sucre réducteur contenu dans 10 tiges après inversion.	Sucre réducteur dans 100 parties de tiges avant inversion.	Sucre réducteur dans 100 parties de tiges après inversion.	Sucre réducteur dans 100 parties de matière sèche avant inversion.	Sucre réducteur dans 100 parties de matière sèche après inversion.	Matière sèche pour 100 part. de tiges.
		gr	gr		o	o	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	
I...	79¾	3516	59,138	1,0233	+0,781	−0,731	8,900	15,339	15,9878	26,9760	0,5133	0,8663	4,868	8,116	10,45
II..	94	2680	49,40	1,037	+4,687	−1,637	10,647	39,421	14,1716	47,7820	0,5396	1,8881	3,104	11,003	10,94
III.	{ maturité complète }	766,9	»	1,0014(1)	+0,231	−0,367	0,220	1,008	15,365	70,6890	1,9320	8,6195	2,126	9,512	91,09

TABLEAU III.

Nos d'ordre.	Nom des variétés.	Poids d'une tige sèche.	Sucre réducteur dans une tige après inversion.	Sucre réducteur pour 100 parties de tiges, après inversion.	Sucre inversible pour 100 parties de matière sèche.
		gr	gr	gr	gr
I.	Dent de cheval, blanc	125,8	11,115 V	8,820 VIII	7,967 VII
II.	Orangé d'Italie	125	6,622 VIII	5,297 XI	3,025 XII
III.	Américain, dent de cheval, blanc. IIe génération	112	15,860 I	14,100 III	14,777 III
IV.	Hongrois de Dreher	108,5	10,318 VI	9,510 VI	6,981 VIII
V.	Roumain, variété indigène	100,1	13,318 IV	13,320 IV	11,860 IV
VI.	Variété à tiges rougeâtres	90	6,958 VII	7,731 IX	6,602 IX
VII.	Variété précoce, mûre le 1er juillet	81,5	13,937 II	17,100 II	15,755 II
VIII.	Dent de cheval, jaune	81,3	3,276 XI	4,030 XII	1,534 XIII
IX.	Seckel, variété de Transylvanie	74	13,769 III	18,620 I	18,846 I
X.	Hongrois, jaune	52,3	0,889 XVI	1,700 XVI	1,197 XVI
XI.	Hongrois, blanc, précoce	51,3	4,816 IX	9,388 VII	8,634 VI
XII.	Américain, dent de cheval, blanc. Ire génération	50,6	1,862 XIII	3,680 XIV	3,043 XI
XIII.	Blacksugar	50,5	1,722 XIV	3,410 XV	1,441 XV
XIV.	Champ de Longfellow	42,5	2,821 XII	6,638 X	4,550 X
XV.	Alesuter	42,2	1,582 XV	3,749 XIII	1,459 XIV
XVI.	Roi Philippe, blanc, précoce	39	4,221 X	10,820 V	10,985 V

(1) Vol. = 7000cc.

» En 1898, nous avons cultivé seize variétés; les déterminations ont été faites deux fois sur les tiges vertes, et une fois sur les sèches après maturité complète (voir Tableau II).

» Nous avons opéré de la façon suivante :

» Pour les tiges vertes, après les avoir dépouillées de leur épi, de l'extrémité supérieure des feuilles et de la racine, nous les avons *pesées* au nombre de dix et nous les avons passées entre des cylindres en fonte de $0^m,215$ de large et de $0^m,15$ de diamètre, en les rapprochant au moyen de vis de façon à en extraire tout le jus. On prenait la *densité* du jus à 15° avec la balance de Westphal, et le *volume total*.

» Pour les tiges sèches, on les débarrassait comme précédemment et après les avoir pesées on les coupait en rondelles de $0^m,01$; on les épuisait à l'eau chaude jusqu'à ce qu'un échantillon, traité par une goutte de HCl, et après neutralisation, ne réduisît plus la liqueur de Fehling. On portait le volume à 7000^{cc}.

» Les déterminations polarimétriques ont été faites avec le polaristrobomètre de Wild, dans le tube de $0^m,22$, après avoir traité 100^{cc} de solution par 10^{cc} de sous-acétate de plomb et filtré.

» Les déterminations de sucre ont été faites par pesée, avec la liqueur de Fehling, avant et après inversion; cette dernière se faisait sur 50^{cc} de liqueur chauffée avec 5^{cc} de HCl concentré pendant dix minutes à 78°.

» Pour la *matière sèche*, on a chauffé pendant deux heures à l'étuve à 100°-105°.

» Nous donnons ci-contre les moyennes obtenues en 1898 (voir Tableau II).

» Il est facile de se rendre compte des faits suivants :

» Le poids de la tige diminue en rapport inverse de l'augmentation de son volume; cela s'explique par la raison que la plante assimile en plus petite quantité la matière solide qui constitue sa fibre qu'elle ne perd de l'eau : c'est pour cela que le poids du jus pour 100 parties diminue avec l'âge, tandis que les densités augmentent. L'action sur la lumière polarisée, avant inversion et jusqu'au soixante-dixième jour de végétation, est généralement lévogyre; au fur et à mesure que la végétation augmente, la déviation lévogyre décroît, devient nulle, puis dextrogyre et augmente dans ce sens avec la végétation.

» D'après les données de ce second Tableau, on peut voir que la quantité de sucre réducteur est toujours plus grande après inversion; que le sucre inversible est au moins deux fois plus abondant que le sucre directement réducteur; enfin qu'il augmente avec l'âge de la plante, jusqu'à devenir quatre fois plus grand.

» Le maximum de sucre inversible obtenu dans les tiges vertes, après quatre-vingt-quatorze jours de végétation, a été en moyenne de 1,89 pour 100, et la variété la plus riche (*maïs hongrois, Dreher*) nous a donné 2,7 pour 100. Comme le sucre inversible contenu dans la tige sèche est de beaucoup plus abondant, car nous avons en moyenne 8,62 pour 100, nous indiquons dans le Tableau III les variétés cultivées et leur teneur en sucre après maturité complète.

» On voit que la variété transylvaine *Seckel* contient 16,69 pour 100; la variété *Mûre le 1er juillet*, 14,3 pour 100; l'*Américain blanc*, 13,32 pour 100, et le *Roumain*, 10,56 pour 100.

» Nous indiquerons, dans une prochaine Note, les espèces de sucre contenues dans le maïs. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Rectification relative à une Communication précédente « Sur l'agent pathogène de la rage »*. Lettre de M. **E. Puscariu** à M. le Président.

« Dans ma Communication *Sur l'agent pathogène de la rage*, que l'Académie a bien voulu insérer dans le Compte rendu de la séance du 13 mars 1899, je me suis cru autorisé à soutenir, d'après les constatations faites dans mes recherches, que les formations amylacées qu'on trouve dans le système nerveux central des animaux morts de la rage constitueraient l'agent pathogène de la rage. Mon opinion était légitimée par le fait que je n'avais observé ces formations que dans les cas de rage, tandis que les cas d'autre provenance, dont je disposais alors en nombre assez restreint, ne m'avaient donné que des résultats négatifs.

» En continuant mes recherches de contrôle sur un matériel plus riche, les mêmes formations se sont présentées dans le cerveau d'un cas de paralysie générale, dans un cas d'abcès du cerveau et un autre de paralysie diphtérique; plus tard, j'ai observé quelques formations caractéristiques, même dans des moelles normales de lapins.

» D'après les constatations que j'ai faites, je crois que ces formations ne sont que des corps amylacés qui prennent ces caractères parasitiformes décrits par moi, à cause de l'action de la chaleur à laquelle elles sont soumises dans le bain colorant (méthode Nissl).

» En présence de ces faits, on ne peut plus soutenir la nature parasitaire de ces formations, d'autant moins encore leurs rapports avec la cause de la rage.

» Je me crois donc obligé, dans l'intérêt de la vérité, de revenir sur mon opinion, en vous priant de bien vouloir communiquer ma Lettre à l'Académie. »

CHIMIE ANIMALE. — *Sur le pouvoir réducteur des tissus : le sang* [1]. Note de M. **Henri Hélier**, présentée par M. Armand Gautier.

« J'ai récemment montré, sur la cellule musculaire et sur la cellule des glandes annexes de l'intestin, foie et pancréas, que, pendant l'assimilation,

---

[1] Laboratoire de Chimie générale, Faculté des Sciences de Lyon.

le pouvoir réducteur croît, tandis que lorsque la cellule fonctionne, produit un travail, le pouvoir réducteur diminue. Il était intéressant d'étudier le sang au même point de vue.

» Les résultats sont ici moins nets, car le sang est un tissu moins homogène et son rôle physiologique est beaucoup plus complexe. De plus, on est exposé avec le sang à un grand nombre de causes d'erreurs difficiles à prévoir. J'en indiquerai tout à l'heure quelques-unes.

» La méthode de mesure est toujours la même. On prend environ 5^{gr} de sang que l'on fait bouillir une heure avec de l'eau. Après filtration, on introduit le bouillon dans un excès de permanganate de potasse titré contenant $1^{gr},59$ par litre. On attend vingt-quatre heures et l'on titre l'excès de permanganate. La différence rapportée à 1^{gr} de matière mesure le pouvoir réducteur.

» Toutes les mesures ont été faites sur du sang de chien extrait de l'artère ou de la veine fémorale à la base du triangle. Les prises se faisaient par la méthode ordinaire en introduisant dans le vaisseau, mis à nu, une canule munie d'un tube de caoutchouc conduisant le sang dans un ballon taré contenant un peu de fluorure de sodium pour éviter la coagulation. En pesant le ballon après la prise d'essai, on a le poids du sang en expérience.

» En opérant ainsi, on constate d'abord que les sangs veineux et artériel *sont tous les deux très réducteurs*. A part la lymphe, le sang est le tissu le plus réducteur de l'économie. On conçoit donc la nécessité de l'existence dans les tissus des ferments oxydants. Dans la majorité des cas le sang veineux est plus réducteur que le sang artériel, ce qui n'a rien d'étonnant, puisque le sang veineux devient artériel par oxydation. Dans quelques cas cependant l'inverse a lieu, c'est le sang artériel qui est plus réducteur. J'en ai cherché l'explication dans des répartitions variables des globules sanguins, mais ce n'est pas là la seule cause.

» Quoi qu'il en soit, examinons le sang de trois chiens à jeun; nous trouvons les résultats suivants :

	I.	II.	III.
Pouvoir réducteur du sang veineux......	26,2	27,9	19
Pouvoir réducteur du sang artériel.......	15,4	23,9	26,5

» Les globules du chien I n'ont pas été comptés. Le chien II en avait dans son sang artériel 5100000 environ par millimètre cube; le chien III avait : sang artériel, 5700000; sang veineux, 4300000.

» Cela fait, on a donné à manger au chien II, et, une heure après, on a pris de nouveau les pouvoirs réducteurs; on a trouvé : sang veineux, 30,2; sang artériel, 16,8; quant aux globules, le sang artériel en contenait 3900000.

» Ainsi, en une heure, sous l'influence de l'alimentation, comme le démontrera, je crois, la suite de cette Note, le nombre des globules du sang artériel a diminué de 1200000.

» Que sont devenus ces globules? Prenons un autre chien, IV; comptons les globules dans le sang veineux; nous trouvons chez l'animal à jeun un pouvoir réducteur 23,6 avec 4000000 de globules. Une heure après le repas, le pouvoir réducteur

du sang veineux de cet animal est devenu 34,1; le nombre de globules, 4800000. Le sang artériel a donné : pouvoir réducteur, 17,1 avec 3600000 globules.

» Donc, après le repas, le nombre de globules diminue dans le sang artériel et augmente dans le sang veineux.

» Prenons deux nouveaux chiens, V et VI, et mesurons les pouvoirs réducteurs deux heures et demie après le repas; nous trouvons :

Chien V.

Sang veineux :	pouvoir réducteur...	26,0	Globules...	6 250 000
» artériel :	» ...	27,2	» ...	6 250 000

Chien VI.

Sang veineux :	pouvoir réducteur...	38,2	Globules...	7 200 000
» artériel :	» ...	33,8	» ...	6 800 000

Trois heures et demie après leur repas, on trouve pour ces mêmes animaux :

Chien V.

Sang veineux :	pouvoir réducteur...	22,1	Globules...	7 500 000
» artériel :	» ...	18,2	» ...	5 500 000

Chien VI.

Sang veineux :	pouvoir réducteur...	34,0	Globules...	7 700 000
» artériel :	» ...	27,3	» ...	5 500 000

» Pendant cette période la différence des globules croît encore et atteint 2 000 000.

» Enfin, quatre heures et demie après le repas, nous trouvons sur un nouveau chien :

Sang veineux :	pouvoir réducteur...	51,1	Globules...	4 500 000
» artériel :	» ...	45,8	» ...	4 200 000

et, cinq heures et demie après, sur le même chien :

Sang veineux :	pouvoir réducteur...	52,2	Globules...	4 500 000
» artériel :	» ...	47,8	» ...	4 200 000

» En même temps qu'arrivent dans le sang les produits de la digestion, le pouvoir réducteur croît brusquement jusqu'au double de sa valeur primitive. Les globules sanguins tendent à s'égaliser comme nombre dans les artères et les veines.

» De ces observations, je crois qu'on peut tirer les conclusions suivantes :

» Le sang est un milieu *très réducteur*. Quand y arrivent les produits de la digestion, son pouvoir réducteur croît rapidement, puis diminue lentement à mesure qu'il fournit la nourriture aux autres tissus.

» Ce pouvoir réducteur varie sous l'influence d'un grand nombre de causes : répartition variable des globules sanguins, variations dans la quantité du plasma, variations par suite d'élimination de substances réductrices de désassimilation, d'abord dans le sang puis dans les urines, etc. »

PHYSIOLOGIE. — *D'un rapport entre les oxydations intraorganiques et la production d'énergie cinétique dans l'organisme.* Note de M. **Alexandre Poehl**, présentée par M. Armand Gautier.

« Dans mon Rapport au premier Congrès russe de Balnéologie (1898), j'ai établi que certaines eaux minérales (Essentonki, n° 17 et n° 18; Borgeom) sont douées d'une pression osmotique très élevée ([1]). L'eau d'Essentonki n° 17 possède une pression osmotique équivalant à 8,67 atmosphères et elle garde une pression osmotique de 5,47 atmosphères après ébullition, c'est-à-dire après avoir perdu une partie de son acide carbonique et de ses sels de chaux. J'ai constaté également que la pression osmotique des urines s'élevait notablement après l'emploi de ces eaux. Faute d'une mesure directe, la pression osmotique des urines (ramenée à une densité de 1,010 par addition d'eau) se dosait en mesurant l'abaissement du point de congélation.

» Je complète, en ce moment, l'étude de ces faits, pour l'urine humaine, à l'aide de l'hématocrite de Koeppe-Gärtner.

» Il n'est pas douteux qu'une partie de l'action thérapeutique des eaux minérales doive être attribuée à cette propriété d'élever en général la pression osmotique du plasme sanguin, condition qui exerce une influence directe sur la circulation du sang et de la lymphe et par là sur les échanges qui se font dans les tissus. L'eau minérale devient ainsi une cause indirecte d'énergie cinétique pour l'organisme.

» J'ai eu l'occasion d'observer également que la pression osmotique des urines s'élève après l'emploi du chlorhydrate de spermine en solution salée (*Sperminum* de l'auteur). Cet accroissement de la pression osmotique s'accompagne à la fois d'un remarquable accroissement relatif des chlorures dans l'urine, d'une élévation du coefficient d'oxydation intraorganique, ou coefficient d'utilisation azoté, c'est-à-dire du rapport de la quantité d'azote de l'urée à la quantité totale d'azote urinaire.

([1]) A. Poehl, *Wratsch*, Journal russe, 1899, n° 1.

» J'ai déjà montré ailleurs que les urines des malades, à coefficient d'oxydation abaissé, ne donnent point de cristaux d'urée chlorosodique [$CO(AzH^2)^2$, $NaCl + H^2O$] lorsqu'on les soumet à une lente évaporation. Dans ces cas, il se dépose généralement dans les urines, par leur concentration, des cristaux en forme de faisceaux ou de plumes. Après l'emploi de la spermine chlorosodique (¹) le coefficient d'oxydation monte, ainsi que la quantité relative des chlorures (Rapport de l'urée au chlorure sodique). On peut en même temps observer la disparition des cristaux fasciculés ou plumeux qui se trouvent remplacés par les cristaux d'urée chlorosodique ou par des cristaux de chlorure de sodium (²). Ce fait nous explique en partie l'accroissement de la pression osmotique.

» D'après Armand Gautier les produits de désagrégation moléculaire des corps albuminoïdes se transforment dans les tissus en matières solubles, aptes à la diffusion, surtout dès qu'ils sont secondairement soumis aux agents d'oxydation, et de ces phénomènes doit nécessairement résulter l'accroissement de la puissance osmotique des humeurs et plasmes des tissus.

» L'élévation de la pression osmotique de l'urine, constatée après l'emploi de la spermine, vient aussi à l'appui de cette théorie et nous fournit une preuve nouvelle en faveur de l'opinion dont j'ai depuis longtemps donné les preuves, que l'effet thérapeutique de la spermine résulte surtout de l'accroissement des oxydations intraorganiques qu'elle provoque (³).

» Ces oxydations et les phénomènes corrélatifs d'accroissement de pression osmotique deviennent ainsi pour l'organisme à la fois une source de chaleur et d'énergie cinétique. »

MICROBIOLOGIE. — *Les microbes des fleurs.* Note de M. **Domingos Freire**, présentée par M. Armand Gautier.

« Les expériences que nous allons décrire montrent que les fleurs peuvent donner asile à de nombreux germes de microbes saprophytes et

---

(¹) *Cf.* Poehl, *Bases physiologiques et chimiques de la théorie de la spermine et matériaux cliniques concernant l'usage thérapeutique du* Sperminum (Brochure russe-allemande), p. 66; Saint-Pétersbourg, 1899.

(²) La goutte d'urine est d'abord évaporée dans le vide puis soumise à l'examen microscopique.

(³) A. Poehl, *Comptes rendus,* 11 juillet 1892, 10 octobre 1892, 20 mars 1893. *Tribune médicale,* p. 174; 2 mars 1898.

pathogènes et qu'elles peuvent ainsi devenir une source de contamination et de danger.

» Nous avons fait passer directement de la plante dans des tubes contenant des milieux nutritifs, préalablement stérilisés, les carpelles et les étamines de plusieurs fleurs cultivées, particulièrement les stigmates et anthères, qui sont plus aptes à retenir les germes à cause des sécrétions plus ou moins visqueuses que sécrètent ces organes. Nous avons fait nos récoltes en coupant les organes floraux avec des ciseaux stérilisés à la lampe et les faisant tomber aussitôt dans les tubes de culture. Le jardin où vivaient ces fleurs est situé à deux lieues de la ville de Rio, à une hauteur de 50^{m} au-dessus du niveau de la mer, c'est-à-dire qu'il se trouve dans des conditions où les causes de contamination sont relativement peu nombreuses.

» Je ne citerai que quelques-unes de mes expériences.

» I. *Hibiscus rosa sinensis* (famille des Malvacées). — Les anthères de la fleur de ce végétal ont produit dans les différents milieux de culture, solides et liquides, des colonies bien nettes dont les caractères ne ressemblent à aucune des espèces microbiennes connues. Ces colonies se composent de microcoques. Leur évolution dans des tubes de gélose a donné dès la première semaine, le long de la piqûre, des colonies sous forme de lame quadrangulaire diaphane. Vers la deuxième semaine, la surface de la gélose s'est recouverte d'une couche couleur jaune d'œuf, en même temps qu'il se formait au-dessous de la lame quadrangulaire une autre lame pareille, appliquée à angle droit (en croix) sur l'arête inférieure de la première; plus tard il s'est formé de même une troisième lame. Les microcoques de ces colonies ont un micron (μ) de diamètre; ils se colorent bien à l'aide des couleurs basiques d'aniline; ils se groupent le plus souvent en diplocoques. Ils liquéfient lentementla gélatine où ils font naître une cavité, comme creusée à l'emporte-pièce. Sur plaques, on obtient des colonies rondes, lisses, couleur jaune d'œuf. La gélatine devient acide, en exhalant une odeur aigre *sui generis*. Dans le bouillon Lœffler, il se produit un trouble, donnant bientôt un dépôt blanc qui tombe au fond du ballon. Nous proposons pour cette bactérie le nom de *Micrococcus cruciformis*.

» II. *Rose* (*Variété Rothschild*). — Les germes recueillis dans la dépression centrale de la corolle de cette grande et belle fleur ont donné, dans les divers milieux solides et liquides, le *Leptothrix ochracea* de Kutzing. On a obtenu, sur les cultures, la couleur rouille due à la matière colorante que fabrique ce petit être aux dépens des sels de fer indispensables à son existence. On sait que ce *Leptothrix* habite également les eaux stagnantes. Il est donc au moins suspect.

» III. *Rosa gallica* (*centifolia*). — Cette fleur nous a fourni deux colonies différentes. L'une (n° 1) a offert les caractères morphologiques propres au *Streptococcus pyogenes*, de Rosenbach. Ces microcoques se montrent, sous le microscope, en chapelet; ils mesurent 1 micron (μ) de diamètre, ils teignaient le Gram. Les colonies n° 2 se composaient de bacilles longs de 2 et 3 microns (μ), qui nous ont paru être une espèce nouvelle, caractérisée spécialement par la consistance coriace des colonies

sur gélose en tubes, la nuance presque noire des grandes colonies sur plaque et les colonies en pelotons superposés dans les tubes de gélose (trajet de la piqûre). Ce bacille ne liquéfie pas la gélatine. Le bouillon Lœffler où ce bacille a été cultivé a donné un trouble, puis un dépôt blanc au fond du ballon. Nous proposons pour lui le nom de *Bacillus gallicus*.

» IV. *Ipomœa Guamoclit*. L. (Fleur du cardinal). Plante grimpante de la famille des Convolvulacées. — Elle nous a fourni deux espèces : n° 1, espèce ayant les caractères du *Micrococcus salivarius pyogenes*, de Biondi; n° 2, spirilles pareils à ceux qu'on trouve souvent dans les marais, tels que les *Spirilla tenue* et *serpens*. Mais nous le classons comme *Spirillum plicatile*, vu que, dans les cultures, les filaments se sont divisés en longs et courts bâtonnets, quelques-uns droits. Ce spirille paraît pouvoir produire des fièvres intermittentes, d'après certains auteurs.

» V. En faisant des récoltes sur la fleur de pêcher (*Persica vulgaris*, Mill.), j'ai obtenu le *Bacillus pyocyaneus*.

» Je signalerai aussi dans les cultures que j'ai faites sur plaque la présence de quelques bacilles courbes, que les belles recherches de Abell, Guignard et Charrin, ont signalée dans les cultures en bouillon additionné d'acide borique et autres antiseptiques. La pyocyanine s'est produite avec sa belle nuance propre et ses réactions chimiques que j'ai plusieurs fois contrôlées.

» La présence de bactéries pathogènes chez les fleurs constitue un fait nouveau, pouvant éclairer certaines questions de Pathologie végétale et animale. Les fleurs peuvent notamment emmagasiner de nombreux germes, qui peuvent ultérieurement achever leur évolution dans les milieux animaux ou végétaux mieux appropriés.

» Nous allons plus loin et nous pensons qu'il peut exister, entre le coloris des fleurs et les pigments microbiens des microbes qui y prennent asile, quelques relations cachées. La nuance très légèrement rose de la *rose Rothschild*, dont nous avons parlé ci-dessus, est semblable à celle des cultures sur plaque du *Leptothrix ochracea* avant d'arriver au rouge brique. De même, la couleur jaune d'œuf des colonies du *Micrococcus cruciformis* est de même ton que celle de la matière colorante qui recouvre les anthères de l'*Hibiscus rosa sinensis*.

» La poursuite de nos recherches nous a même paru montrer que plusieurs espèces microbiennes, que nous appellerions *osmogènes*, reproduisent des odeurs analogues à celles dégagées par les essences des fleurs où elles vivent. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur les vins obtenus par le chauffage préalable de la vendange.* Note de M. **A. Rosenstiehl**, présentée par M. Duclaux.

« En étudiant l'action ménagée de la chaleur sur le raisin écrasé, j'ai constaté quelques faits applicables à la vinification, qui ont été publiés il y a deux ans (*Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 566).

» Ces faits sont : 1° la solubilité de la totalité de la matière colorante rouge du raisin dans son propre jus, avant toute fermentation; 2° la stérilisation de ces moûts, et 3° leur transformation en vin de qualité supérieure aux vins témoins.

» Ces expériences avaient été faites sur une échelle relativement modeste. Il était nécessaire de les répéter sur de plus grandes masses.

» C'est ce qui a été fait aux vendanges de 1897 et de 1898, tant en Tunisie qu'en France. Plus de 100 000^{kg} de raisins ont été soumis à la chauffe, dans sept stations différentes. Tous les vins d'expérience, sans exception, ont été reconnus supérieurs aux vins faits comparativement par le procédé traditionnel. Ce résultat a été constaté par un rapport, publié dans le *Progrès agricole*, de M. Degrully [1].

» La Commission était composée de professeurs d'agriculture, de propriétaires de vignobles de la Bourgogne et du Beaujolais, et de négociants en vins, qui ont signé le procès-verbal de dégustation. On a procédé selon la méthode suivie par Pasteur lorsqu'il voulut se rendre compte de l'effet du chauffage des vins recommandé par lui (*Comptes rendus*, t. LXIX, p. 577).

» En dehors des résultats organoleptiques constatés par les dégustateurs, les opérations ont permis d'en observer d'autres, d'ordre scientifique, qui font l'objet de la présente Note.

» 1. La vendange foulée, étant chauffée dans le but de dissoudre la matière colorante rouge, les parties solides du raisin perdent leur élasticité et résistent moins à l'action du pressoir. Il en résulte que la proportion de jus extrait de la vendange chauffée est plus grande, toutes choses égales

---

(1) *Progrès agricole*, édition de l'Est, 16 avril 1899, p. 490. La dégustation a été faite par une Commission convoquée dans ce but par MM. Piguet frères, négociants à Mâcon, et acquéreurs d'une partie des vins d'expérience. Ces vins avaient été préparés dans le cuvage modèle de M. Vermorel, à Villefranche, en présence de MM. Piguet frères, et ultérieurement soignés par eux.

d'ailleurs, que celle qu'on extrait comparativement de la vendange fermentée. En effet, là où le pressoir extrait, par 1000^{kg} de raisin fermenté, 700^{lit} de vin, on obtient, avec la vendange chauffée, 867^{kg} ou 810^{lit} de moût sucré.

» 2. Le jus extrait par la presse est plus riche de couleur.

» 3. Le vin qui en résulte par fermentation est plus coloré et possède plus de corps que celui obtenu avec le jus de goutte. Dans les sept séries de vins soumis aux dégustateurs, il y avait trois vins résultant de moûts de presse. Ils ont tous été classés avant les vins provenant des moûts de goutte. On sait que le contraire a lieu dans la vinification courante, où les vins de presse sont considérés comme inférieurs sous tous les rapports aux vins qui s'écoulent librement de la cuve avant l'action du pressoir.

» 4. La stérilité des moûts obtenue par le chauffage a permis d'étudier comparativement l'action de diverses levures sur un même jus de raisin.

» On a employé plusieurs levures à bouquet, issues d'une seule cellule, et, comparativement avec celles-ci, des levures pures, mélange de plusieurs races, ou encore des levains mixtes et purs pris sur des cuves de choix des grands vins (1).

» 5. Les dégustateurs n'ont pas signalé de différence entre les vins provenant d'un même moût et de levures différentes. Il y en a dans les trois catégories qui ont donné d'excellents résultats (tout au moins dans les limites actuelles des expériences). On ne peut donc conclure en faveur des levures issues d'une seule cellule, ni de celles composées d'un mélange de plusieurs races ou de plusieurs espèces.

» Mais si les dégustations laissent dans le doute, quant au choix à faire entre les trois catégories de levures, le dosage de l'alcool dans les vins montre qu'il n'y a pas complète équivalence entre elles, sous ce rapport.

» Tous les vins d'expérience sont plus riches en alcool que les vins témoins. Mais les levures cultivées donnent des résultats un peu meilleurs que les levures brutes des grands crus, ainsi que cela ressort des chiffres suivants :

	Alcool pour 100 en volume.			
	I.	II.	III.	IV.
Vin témoin	10,1	10	11,5	9,6
Vin d'expérience avec levure cultivée	11,3	»	12,5	10,6 à 10,9
» » brute		10,5	12	»

(1) Les levains de Corton et de Richebourg ont été mis libéralement à ma disposition par M. le Dr Chanut, à Vosnes-Romanée, qui m'a permis de les puiser moi-même dans ses cuves. Ceux de Mercurey ont été fournis par M. Colcombet, à Clos-Lévêque.

» 6. Dans un milieu infesté de la maladie de la *tourne*, seuls les vins d'expérience ont été trouvés exempts de germes de maladie, tandis que les vins témoins, et même les cuves de choix, mais non traitées, présentent en masse les filaments microscopiques décrits par Pasteur ([1]), qui causeront leur perte dans un avenir peu éloigné.

» On peut condenser l'ensemble des résultats constatés dans cette Note, en disant que, par le chauffage préalable de la vendange foulée, on écarte les aléa provenant de la maladie et l'on obtient à la fois une quantité et une qualité supérieures à celles que donne la vinification traditionnelle. »

PATHOGÉNIE. — *Les caractères spécifiques du Champignon du* pityriasis versicolor (Malassezia furfur). Note de M. **Paul Vuillemin**, présentée par M. Bouchard.

« Dans son Traité de Botanique médicale cryptogamique (1889), Baillon crée le nouveau genre *Malassezia* pour le parasite du *pityriasis versicolor*. Mais, loin d'en fournir une diagnose précise, il avoue que « le végétal » mériterait d'être étudié d'une façon spéciale, les caractères qu'on en » donne étant souvent contradictoires ». Les auteurs plus récents n'ont pas fourni les faits positifs capables de justifier l'opinion de Baillon. Aussi continue-t-on à désigner le parasite sous le nom de *Microsporum furfur*, proposé par Robin en 1853, ou sous les noms d'*Oidium* et de *Sporotrichum*, qui correspondent à des notions non moins vagues.

» Les données classiques sont insuffisantes, non seulement pour classer le parasite du *pityriasis versicolor*, mais pour le distinguer des végétations banales et même pour nous assurer que les divers éléments rapportés au *Microsporum furfur* appartiennent à une seule espèce. Les auteurs sont d'accord pour lui assigner une forme filamenteuse et une forme globuleuse. On a vu des globules s'allonger en filaments, des filaments porter quelques éléments arrondis; mais les connexions directes entre les deux formes sont rares; les globules bourgeonnent activement et forment de grands amas sans aucune intervention des filaments. Rien n'empêche de les considérer comme les représentants d'une espèce distincte des filaments et des rares globules qui y sont adhérents. Le doute est d'autant plus légitime, que les squames sont toujours peuplées de microbes; nous savons, d'autre part, que des végétations levuriformes du genre *Cercosphaera* abondent sur la peau saine et pullulent dans tous les débris furfuracés.

([1]) Pasteur, *Études sur la bière*, p. 280.

» On est donc en droit d'exiger un caractère positif, propre à démontrer que les globules bourgeonnants appartiennent à la même espèce que les filaments, et que la réunion de ces deux sortes d'éléments offre un signe distinctif du *Microsporum furfur* et permet d'affirmer le diagnostic du *pityriasis versicolor*.

» Besnier et Doyon ont cru trouver aux globules une forme qui les opposerait aux levures ordinaires; ils les trouvent aplatis comme des globules sanguins; mais cette apparence est illusoire; les globules de *pityriasis* peuvent être tournés en tous sens sans changer de diamètre; ils sont sphériques. S'ils sont parfois allongés, on n'en voit pas d'aplati.

» La membrane des globules n'est pas lisse, comme on l'a toujours cru. Elle est ornée de côtes qui courent d'un pôle à l'autre, sans suivre un méridien, mais en se tordant toutes dans le même sens. L'hélice est tantôt dextre, tantôt senestre. Au voisinage des pôles, les côtes s'anastomosent de façons variées, ou se jettent dans un épaississement annulaire encadrant la cicatrice d'insertion d'un bourgeon. Si l'élément est vu de profil, les côtes apparaissent au milieu du champ comme trois-cinq stries obliques à peu près parallèles; le système des stries de la face supérieure croise nécessairement celui des stries de la face profonde sous un angle assez grand; la superposition des deux images donne un réseau de losanges.

» Sur les éléments les plus volumineux, les côtes sont interrompues et se résolvent en un chapelet de nodosités, que l'on distingue d'ailleurs, quoique moins aisément, sur les petits globules.

» La membrane est formée de deux couches également intéressées par les côtes; la couche externe se gonfle sous l'influence de divers réactifs et finit par devenir homogène; les côtes deviennent d'autant plus nettes sur la couche profonde et font une saillie marquée dans la cavité cellulaire.

» L'ornementation des globules isolés et bourgeonnants se retrouve sur les globules qui émettent un filament ou un système botryoïde, sur ceux qui se forment sur les rameaux ou qui viennent de s'en détacher. L'unité d'origine de tous les éléments du Champignon est ainsi démontrée par un caractère positif. Du même coup, le parasite du *pityriasis versicolor* possède un caractère spécifique qui le distingue des autres hôtes de la peau, qui justifie les prévisions de Baillon et la création du genre *Malassezia.* Malgré la complication de la membrane, le globule n'est pas un organe reproducteur ou conservateur, une *spore,* au sens physiologique du mot. Les côtes sont visibles sur des bourgeons encore adhérents à la cellule-mère et en pleine croissance. La forme globulaire du *Malassezia furfur,* comme celle de l'*Endomyces albicans,* appartient à une période de végétation active; c'est un appareil levuriforme, poursuivant indéfiniment son évolution.

» La formation des globules aux dépens des filaments n'a pas été suffisamment distinguée de la fragmentation des filaments. Les globules se forment par étranglement et par bourgeonnement sur des systèmes de ramifications plus ou moins compliqués, rappelant certains appareils conidiens, sans toutefois offrir les adaptations anémophiles caractéristiques de ces derniers.

» Des globules, plus volumineux d'emblée, naissent au point d'union de deux fila-

ments anastomosés. Le globule se forme dans une ampoule délicate, terminant l'un des filaments dont elle est séparée par une large cloison; l'autre filament insère son sommet, par une surface plus étroite, sur un point indéterminé de l'ampoule. La membrane propre du globule est indépendante du renflement du filament principal; le globule est donc endogène. D'ailleurs, il ne diffère pas essentiellement des globules ordinaires, si ce n'est par une taille un peu supérieure et par une sculpture plus saillante, quoique de même type.

» Ces figures donnent l'impression d'une conjugaison entre deux branches copulatrices sexuellement différenciées. L'appareil copulateur du *Malassezia* rappelle celui qui donne les oospores chez les Phycomycètes; mais la structure régulièrement cloisonnée du thalle exclut l'idée d'une affinité avec ce groupe. Il serait interprété avec plus de vraisemblance comme une forme réduite de l'appareil qui produit l'asque dans le genre *Gymnoascus*. L'isolement de la spore endogène n'élimine pas d'emblée l'idée d'un asque, car le nombre des divisions est inconstant chez les Ascomycètes inférieurs et Borzi n'a pas hésité à considérer comme un asque le sac qui, chez le *Bargellinia*, contient d'habitude une seule spore.

» On pourrait donc provisoirement classer le genre *Malassezia* parmi les Ascomycètes acarpés, de la famille des *Gymnoascées*, à côté des *Eremascus* et des *Gymnoascus*, en le considérant, soit comme un type précurseur, soit plutôt comme une forme réduite par le parasitisme.

» Nous n'insisterons pas sur ces indications taxinomiques; le point essentiel que nous voulions faire ressortir dans cette Note, c'est que nous possédons, dans la sculpture des membranes, un caractère spécifique qui distingue le *Malassezia furfur* et fournit une base positive au diagnostic du *pityriasis versicolor*.

» Un de nos élèves, M. Matakieff, a reconnu la constance de ce caractère chez un grand nombre de malades. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur la statique des éléments minéraux et particulièrement du fer chez le fœtus humain.* Note de M. L. **Hugounenq**, présentée par M. Bouchard.

« Nos connaissances sur la composition chimique de l'organisme considéré dans son ensemble sont réduites à peu près exclusivement à des données qualitatives. On ne possède que des notions d'une approximation presque grossière sur la proportion des diverses espèces chimiques, organiques ou minérales, que renferme le corps humain, aux différentes périodes de la vie. Des évaluations précises comme celles qui ont pu être faites sur quelques animaux de petite taille, d'ailleurs fort peu nombreux, offriraient, chez l'homme, un grand intérêt.

» C'est là ce qui m'a déterminé à entreprendre une série de recherches

sur la composition minérale du fœtus et de l'enfant nouveau-né. Je me bornerai, dans cette Note, à faire connaître les résultats relatifs à l'ensemble des substances minérales et à l'une des plus importantes, le fer.

» Les sujets étaient incinérés dans un grand four à moufle, construit à cet effet, et permettant de recueillir sans perte la totalité des cendres. Celles-ci étaient immédiatement recueillies et pesées.

» Le fer était dosé à l'aide de la méthode suivante, en opérant sur 5gr à 8gr de cendres. Après dissolution dans l'acide chlorhydrique, la chaux était séparée à l'état de sulfate, en présence de l'alcool. Les phosphates étaient éliminés par la mixture magnésienne et le fer maintenu en solution à la faveur d'un grand excès d'acide citrique (60gr à 80gr); puis on précipitait la liqueur par le sulfure ammonique, à l'abri de l'air. Le sulfure de fer, recueilli avec les précautions habituelles, était enfin transformé en peroxyde et pesé à cet état.

» Tous les réactifs avaient été soigneusement purifiés et l'on s'est assuré que ni le sulfate de chaux, ni le phosphate ammoniaco-magnésien n'entraînaient de quantités appréciables de fer.

» Voici les résultats obtenus :

		Poids		Fe^2O^3	
Age du fœtus.	Sexe.	du fœtus.	des cendres.	pour l'organisme total.	pour 100 de cendres.
		kg	gr	gr	gr
4 mois ½	F	0,522	14,0024	0,060	0,432
5 »	F	0,570	18,7154	0,061	0,327
5 »	F	0,800	18,3572	0,073	0,400
5 » à 5 mois ½ ..	F	1,115	28,0743	0,106	0,378
5 mois ½	F	1,285	32,9786	0,126	0,383
6 »	F	1,165	30,7705	0,119	0,387
A terme...........	M	2,720	96,7556	0,383	0,396
A terme...........	M	3,300	106,1630	0,421	0,397

» On peut déduire de ce Tableau les constatations suivantes :

» 1° La fixation des éléments minéraux par l'embryon ne s'effectue pas avec la même intensité à toutes les périodes de la grossesse; elle est peu marquée au début, très active à la fin;

» 2° Au cours des trois derniers mois, le poids global des sels fixés par le fœtus est environ deux fois plus considérable que pendant les six premiers mois de la gestation;

» 3° Au moment de la naissance, l'enfant de poids normal a soustrait à l'organisme maternel un poids total de 100gr environ de sels minéraux;

» 4° Dans ce chiffre, le fer n'est représenté que par 0gr,421 de peroxyde Fe^2O^3, soit 0gr,294 de fer métallique;

» La fixation du fer obéit aux mêmes lois que l'ensemble du squelette

minéral ; pendant les trois derniers mois de la gestation, le fœtus fixe au moins deux fois plus de fer qu'il n'en avait fixé précédemment ;

» 6° En résumé, les pertes de sels minéraux et de fer en particulier, subies par l'organisme maternel au bénéfice de l'embryon, ont lieu, pour les deux tiers au moins de la spoliation totale, pendant les trois derniers mois de la grossesse.

» Il est probable que cette fixation, qui s'exerce surtout pendant les dernières semaines, n'est pas étrangère à la pathogénie des troubles de la nutrition qui compliquent fréquemment la fin de la grossesse, et peut-être, pendant cette période, ne serait-il pas inutile d'exagérer l'alimentation minérale, non pas en administrant des composés chimiques, à peu près dépourvus d'action, mais par un choix judicieux d'aliments riches en fer, en phosphore et en chaux.

» Je me propose d'indiquer ultérieurement les résultats auxquels j'ai été conduit par l'étude des substances minérales de l'organisme fœtal autres que le fer. »

EMBRYOLOGIE. — *La formation de l'œuf dans les genres* Myriothela *et* Tubularia [1]. Note de M. **Alphonse Labbé**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« La formation de l'œuf chez les Hydraires, en raison des phénomènes particuliers qui l'accompagnent, a donné lieu à de nombreuses discussions, principalement dans le genre *Tubularia*. Tandis que certains auteurs veulent que l'œuf provienne de la fusion pure et simple des cellules du gonophore (théorie plasmodiale), d'autres sont conduits à penser qu'une de ces cellules absorbe par phagocytose toutes les autres et devient ainsi l'œuf de l'Hydraire (théorie phagocytaire). Nos recherches, faites sur les genres *Myriothela* et *Tubularia*, nous permettent de croire que les diverses théories émises pour expliquer la formation de l'œuf, dans ces genres, peuvent s'accorder mieux qu'on ne le supposerait.

» Nous énoncerons brièvement les principaux résultats que nous avons obtenus.

» 1° L'œuf provient de la transformation des oocytes, d'abord indifférents, situés dans la cavité du gonophore.

» 2° Il peut exister, chez le même individu, trois modes différents d'ovogénèse. Mais, quels que soient les phénomènes intermédiaires, le stade initial (nombreux oocytes

(1) Travail du laboratoire de Zoologie de Roscoff et de la Sorbonne.

indifférents) et le stade final (constitution d'un œuf, cellule unique) sont les mêmes.

» 3° Ces trois modes d'ovogénèse sont les suivants :

» *a. Formation de l'œuf par fusionnement direct des oocytes.* — Les oocytes deviennent amœboïdes, s'anastomosent par leurs pseudopodes et forment un plasmodium. Les noyaux des oocytes disparaissent progressivement, soit par karyolyse, soit par dissolution dans le plasma : de là formation d'une masse cytoplasmique unique où persiste un seul noyau, la vésicule germinative. Les noyaux dégénérés par karyolyse persistent à l'état de globules vitellins (*Pseudozellen* des auteurs).

» *b. Formation de l'œuf par fusionnement indirect des oocytes.* (*Aires plasmodiales.*) — En certaines places, mais surtout au voisinage du spadice, les oocytes se fusionnent et forment des aires plasmodiales, dans lesquelles les noyaux dégénèrent comme dans le cas précédent.

» Les oocytes situés près des parois du gonophore ne se fusionnent généralement pas, jouent le rôle de cellules vitellines, et sont absorbés peu à peu par les aires plasmodiales : c'est une vraie phagocytose. Puis les aires plasmodiales se fusionnent à leur tour, et l'œuf se constitue comme dans le premier cas. C'est là le mode qui se produit le plus fréquemment.

» *c. Formation de l'œuf par plasmolyse complète des oocytes ou par aires plasmolytiques.* — Les oocytes entrent tous ou partiellement et successivement en dégénérescence plasmolytique avant de se fusionner, sauf quelques-uns, situés au voisinage du spadice ou au pôle du gonophore. L'œuf est constitué finalement par une couche cytoplasmique externe avec de nombreuses balles vitellines centrales.

» 4° Avant d'entrer en karyolyse, ou en plasmolyse, les noyaux des oocytes peuvent se diviser une ou plusieurs fois, par un procédé très particulier d'*amitose*.

» 5° On peut donc trouver chez le même Hydraire tous les passages entre la formation de l'œuf par plasmodium et sa formation par phagocytose.

» 6° Ces processus existent dans les genres *Myriothela* et *Tubularia;* seulement, chez les *Myriothela*, il se forme un seul œuf dans le gonophore, tandis que dans le gonophore des *Tubularia* peuvent coexister deux ou trois générations successives d'œufs à divers stades d'évolution.

» Nous ne pouvons entrer ici dans la discussion et l'interprétation de ces phénomènes, qui feront l'objet d'un prochain Mémoire. Ils semblent en corrélation avec la nutrition et l'accroissement des oocytes, et montrent l'importance et l'étroite parenté des processus cytotactiques et phagocytaires en Embryologie.

» Peut-être n'y a-t-il pas de lois plus fixes et plus immuables pour la formation de l'œuf que pour la segmentation. L'ovogénèse n'est que la constitution, aux dépens d'un plasma germinatif et suivant des modes variables, d'une cellule unique, l'œuf, de même que las egmentation n'est que la répartition, suivant des modes tout aussi variables, du matériel embryonnaire que cet œuf possède. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Accroissement tangentiel du péricycle*. Note de M. **Henri Devaux**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Je me suis proposé d'étudier, chez les plantes ligneuses, le mode d'accroissement tangentiel de la partie externe du cylindre central qui a reçu le nom de *péricycle*.

» *Tiges à périderme superficiel*. — Il arrive très souvent que le péricycle est différencié en arcs ou en îlots fibreux, qui non seulement ne s'accroissent pas, mais gênent ou empêchent l'accroissement des parties situées en dehors ou en dedans. Dans ce dernier cas surtout, on voit apparaître des plages d'accroissement, qui écartent les faisceaux fibreux péricycliques et se prolongent plus ou moins loin dans l'écorce. Ces plages peuvent correspondre aux rayons qui s'élargissent en s'accroissant eux-mêmes et semblent s'y épanouir (*Tilia, Lavatera, Bignonia, Evonymus, Aucuba, Aralia, Fraxinus, Sambucus*, etc.), mais elles peuvent être indépendantes (*Salix, Acer, Populus, Alnus*, etc.).

» Ces *rayons corticaux* se prolongent jusque dans l'écorce externe quand celle-ci est occupée par une lenticelle (*Salix, Ailantus, Ficus, Syringa*, etc.).

» Le parenchyme libérien est cependant capable de s'accroître, quoique moins tôt et moins généralement que celui des rayons. Son accroissement propre, combiné avec celui du parenchyme péricyclique et cortical, peut même amener la rupture de faisceaux péricycliques très compacts. J'ai suivi le phénomène dans le Hêtre où il est très frappant. On y compte une vingtaine de faisceaux péricycliques épais, arqués, ayant chacun de cent à deux cents fibres. Dès la première année, j'ai vu beaucoup de ces faisceaux se briser en deux à quatre fragments. A trois ans, la dislocation est très avancée : on compte huit à dix fragments de plus en plus écartés ; par endroits, on voit des fibres complètement isolées. D'année en année, la dissociation augmente, si bien que, sur un gros tronc de 40^{cm} à 50^{cm} de diamètre, presque toutes les fibres sont réparties isolément à la périphérie, séparées par des intervalles de $0^{mm},3$ à $0^{mm},5$. C'est un véritable émiettement du péricycle primitif.

» Des dissociations analogues, mais moins complètes, se produisent chez d'autres plantes (*Quercus, Ficus, Ulmus, Morus, Broussonetia, Rhamnus, Nerium, Arbutus*).

» *Racines et tiges à périderme péricyclique*. — Les faits sont ici très analogues aux précédents, mais le cylindre central existant seul à un moment donné, la localisation des cloisonnements à l'extrémité des rayons est très

marquée. Chaque rayon s'épanouit largement dans le péricycle (*Juglans, Lavatera, Malus, Pirus, Sambucus, Viburnum, Vitis*), en écartant les faisceaux quand ils existent (*Corylus, Quercus, Cercis, Cydonia, Castanea, Ligustrum, Pirus, Populus, Spiræa, Tamarix, Cratægus,* etc.).

» Toutefois le parenchyme libérien peut aussi s'accroître en dissociant les fibres péricycliques s'il y en a (*Ficus, Morus, Robinia, Syringa*). Souvent, dans la racine, l'extension tangentielle est accompagnée de moins de cloisons que dans la tige, de sorte que les cellules y sont plus grandes.

» Ces phénomènes sont toujours accompagnés d'un certain nombre d'autres ayant pour siège l'écorce et qu'a exposés M. Eberhardt dans une Communication récente (¹).

» *Intercalation.* — Quand il existe une gaine scléreuse complète, inextensible, autour du cylindre central, l'accroissement en épaisseur ne peut se produire que par rupture, et il naît nécessairement une lacune radiale.

» Le fait a lieu non seulement avec une gaine péricyclique proprement dite mais encore quand un cercle de faisceaux fibreux distincts est uni par sclérification des cellules du parenchyme qui les séparent (*Platanus, Castanea, Quercus, Carpinus, Fagus, Cerasus, Acer, Juglans, Robinia, Gleditschia, Fraxinus,* etc.). Les ruptures se produisent soit entre les faisceaux seulement, soit aussi en plein faisceau (*Quercus, Fagus*). Elles s'effectuent surtout au printemps, soit à partir de l'intérieur, soit à partir de l'extérieur.

» Il est intéressant de voir comment est comblée la fissure ainsi produite. On s'assure facilement que c'est toujours par une prolifération radiale des cellules voisines, péricycliques ou même libériennes. J'ai suivi le phénomène dans diverses Aristoloches (*Aristolochia Sipho, tomentosa* et *altissima*), dans les *Pelargonium zonale, Cerasus avium, Castanea vulgaris,* etc. Le remplissage de ces fissures est analogue au remplissage des lacunes que M. Eberhardt signale dans l'écorce. Aussitôt que la rupture s'est produite, on voit les cellules situées en dehors et en dedans se gonfler vers l'espace laissé libre, à la façon des thylles. Elles prennent au besoin une ou deux cloisons tangentielles et remplissent la fissure en se soudant entre elles et aux fibres.

» L'interruption de la gaine est ainsi comblée par une véritable intercalation de parenchyme qui pourra désormais suivre l'accroissement en diamètre des tissus qu'elle enveloppe. Des faits analogues se produisent plus

---

(¹) Eberhardt, *Modifications dans l'écorce primaire chez les Dicotylédones* (*Comptes rendus,* 13 février 1899).

tard au sein du liber dur quand, par exemple, les faisceaux de fibres libériennes forment des gaines internes.

» *Sclérification.* — Les cellules ainsi intercalées se sclérifient souvent. La paroi s'épaissit très rapidement, en prenant de nombreuses ponctuations et se sclérifie fortement. Il en résulte d'énormes cellules scléreuses souvent allongées tangentiellement et soudées aux fibres. La gaine scléreuse tend ainsi à se reformer continuellement par des cellules nouvellement produites dans la fissure par accroissement tangentiel (*Populus, Syringa, Sorbus, Paulownia, Cydonia*). Mais il arrive le plus souvent que la sclérose est si rapide qu'elle envahit toutes les cellules intercalées. Dans ce cas, l'accroissement de la gaine est arrêté, il ne pourra reprendre que par de nouvelles ruptures et par de nouvelles intercalations. C'est ainsi que toutes les Cupulifères que j'ai étudiées arrivent à conserver une gaine scléreuse jusqu'à des âges parfois très avancés.

» Cette gaine subsiste indéfiniment dans le Hêtre, parsemée de fibres péricycliques qu'elle a disloquées et englobées, et probablement aussi dans le Charme.

» Des faits semblables s'observent dans la racine, mais moins souvent (*Corylus, Spiræa sorbifolia* et *lanceolata, Tamarix*) et aussi plus tard dans le liber secondaire de la tige.

» Du reste, dans les plages d'accroissement, il peut apparaître aussi, mais plus tardivement, des cellules scléreuses sans aucun rapport avec les faisceaux fibreux; elles y sont très analogues, grandes, isolées ou associées en nodules, parfois très allongées ou ramifiées (*Prunus, Cerasus, Castanea*). »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Moyennes des hauteurs barométriques, en soleil austral, aux différents points du demi-méridien boréal du Soleil. Écarts dus aux révolutions synodique et tropique de la Lune.* Note de M. **A. Poincaré**, présentée par M. Mascart.

« Mes plus récentes Communications, concernant les relations entre les mouvements barométriques et les situations du Soleil et de la Lune [1], étaient basées sur le groupement des différences barométriques d'un midi Paris au suivant, différences presque entièrement dues aux révolutions lunaires à courte échéance.

[1] La dernière est : *Mouvements barométriques sur l'orthogonal du méridien de la Lune* [*Comptes rendus*, n° 5, 30 janvier 1899 (*Erratum* au n° 6)].

» Pour avoir des hauteurs absolues, je reviens au procédé employé dans un Travail qui a été soumis à l'Académie ([1]).

» Étudiant encore l'année météorologique 1883, j'ai, sur toutes les cartes quotidiennes du bulletin du *Signal office*, complété de mon mieux, en les corrigeant quand il y a lieu, ce qui arrive rarement, les isobares de l'hémisphère N ([2]).

» Abandonnant le méridien mobile de la Lune, je m'attache d'abord à la moitié boréale du cercle méridien de Greenwich, qui est très sensiblement le méridien du Soleil au moment des observations simultanées. Ne pas oublier qu'il est peu éloigné du méridien marin de l'hémisphère, 20°W — 160°E.

» J'y relève, pour chaque jour, les cotes aux latitudes de 10° en 10°; c'est le profil barométrique semi-méridien réel du jour.

» Je prends les douze mois synodiques compris dans l'année : mois I du 10 décembre 1882 au 8 janvier 1883, ..., mois XII du 31 octobre au 28 novembre 1883. Je dresse les Tableaux des cotes de chaque jour, en chacun des mois, en indiquant en regard des lignes les dates, les numéros des jours lunaires ou synodiques, les NL, PQ, PL, DQ, LA, E*q*L ascd, LB, E*q*L dscd, Apg, Prg ([3]). Je fais les moyennes des cotes de chaque colonne et j'ai les cotes dites *normales* du mois, d'où sont sensiblement éliminés les effets des révolutions lunaires à courte échéance. Quant aux effets momentanés de la rotation, on ne s'en occupe pas, puisqu'on se borne à se placer à chaque midi sur le même méridien.

» Je dresse les Tableaux des écarts entre les cotes de chaque jour et les normales mensuelles.

» Le travail est terminé pour les mois XI, XII, I, II, III et IV, dont l'ensemble concorde à très peu près avec une période hivernale, de l'équinoxe d'automne à l'équinoxe de printemps. Le mélange de deux hivers chronologiquement distincts n'a pas d'inconvénient.

([1]) Mai 1896, avril 1897 : *Discussion des hauteurs barométriques de la zone* 10° — 30° N en 1883. Dans des documents antérieurs, j'avais établi, d'une façon plus précise, des courbes des hauteurs attribuables au Soleil seul en des jours déterminés; mais le procédé des courbes mensuelles est très suffisant pour établir des moyennes.

([2]) Dans une Note *Sur le tourbillon polaire* (*Comptes rendus*, n° 4, 25 juillet 1898), j'ai expliqué comment j'arrive à ces compléments de trace. C'est parfois assez peu rigoureux. Mais c'est encore plus sûr, pour un jour déterminé, que ne l'est, pour une période quelconque, l'extension à des zones entières de moyennes trouvées en une seule station, ou même en plusieurs illogiquement distribuées.

([3]) Nouvelle lune, premier quartier, pleine lune, dernier quartier, lunistice austral, équilune ascendante, lunistice boréal, équilune descendante, apogée, périgée.

» Les six mois réunis donnent les moyennes ci-après pour les normales en soleil austral, en centièmes de pouce anglais, soit en *quarts de millimètre*, retranchement fait de 29 *pouces* ou 736^{mm},6.

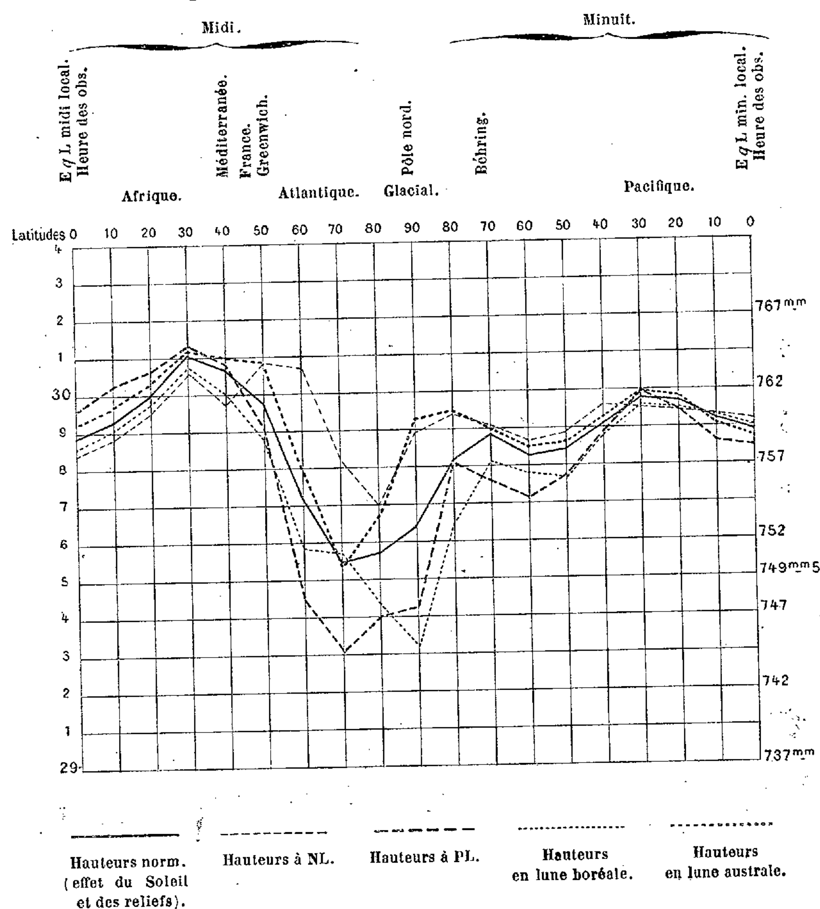
Latitudes côté Greenwich.

0°.	10°.	20°.	30°.	40°.	50°.	60°.	70°.	80°.	90°.
89	93	101	111	107	97	72	55	58	64

Côté opposé.

90°.	80°.	70°.	60°.	50°.	40°.	30°.	20°.	10°.	0°.
64	82	88	83	84	91	98	97	92	89

» Je ne m'arrête pas à la discussion de ces chiffres, où se lisent, outre



l'orientation et la déclinaison du Soleil, l'effet des reliefs et de la distribution des terres et des mers, Afrique, effleurement de la Méditerranée,

France, Atlantique à partir du 50e parallèle, océan Glacial, arc de rapprochement des deux continents au 65e, Pacifique.

» Dans le groupement des écarts, je fais abstraction de la révolution anomalistique. Je me borne à signaler qu'en la situation, et indépendamment d'autres effets sans influence sur les moyennes actuelles, elle augmente sans doute, dans une proportion voisine du $\frac{1}{6}$, les baisses en lune boréale et les hausses en lune australe.

» Ne disposant pas encore des 14 mois nécessaires pour distinguer par des moyennes simples les effets des révolutions synodique et tropique, je combine 2 mois à 7 mois de distance, les IV et XI, où elles s'entrecroisent symétriquement. Au jour synodique 1 du mois IV (9 mars), on est à l'E*q*L ascd, que je prends pour premier jour tropique. Au jour 1 du mois XI (1er octobre), on est au quinzième jour tropique suivant l'E*q*L dscd.

» Mis en regard du mois IV, le mois XI offre, dans les 28 premiers jours, des écarts qui se décomposent, pour la part synodique, en écarts d'instants correspondants de la période; pour la part tropique, en écarts d'instants opposés, soit, au moins dans l'ensemble, égaux et de signe contraire. La demi-somme des écarts, en ces 28 jours, donne les écarts synodiques; la demi-différence, l'écart tropique.

» De mes Tableaux de ces écarts, j'extrais les résultats principaux suivants, toujours en quarts de millimètre :

	0°.	10°.	20°.	30°.	40°.	50°.	60°.	70°.	80°.	90°.
A NL......	−4	−4	−4	−4	−8	+11	+36	+26	+13	+25
A PL......	+7	+8	+6	+2	+1	−7	−27	−24	−18	−22
En lune :										
Boréale (1).	−3,6	−2,7	−2,8	−4,0	−4,9	−7,3	−5,5	+2,6	−13,2	−33,0
Australe...	+5,3	+2,3	+2,4	+2,5	+4,2	+7,5	+7,5	−2,4	+11,9	+33,4
	90°.	80°.	70°.	60°.	50°.	40°.	30°.	20°.	10°.	0°.
A NL......	+25	+12	+2	+3	+3	+4	−2	−2	+1	+3
A PL......	−22	0	−13	−13	−7	−1	+1	−3	−6	−4
En lune :										
Boréale (1).	−33,0	−15,4	−4,6	+0,5	+0,4	−1,6	−3,8	−1,2	+0,7	+0,6
Australe...	+33,4	+16,9	+2,2	+1,5	+2,6	+3,3	+6,0	+1,2	+0,5	−0,6

(1) Si, comparant dans l'ordre tropique, on fait les demi-sommes des jours synodiques 1 du mois IV et 14 du mois XI, 2 et 15, etc., ces nombres deviennent respectivement :

−3,8	−2,4	−2,7	−3,1	−6,8	−10,1	−13,6	+1,2	−13,3	−32,6
+3,8	+2,6	+2,5	+2,6	+4,2	+10,4	+6,5	−1,2	+10,2	+29,3
−32,6	−16,4	−6,8	−4,3	−3,4	−4,0	−3,9	−2,9	0	+0,5
+29,3	+13,6	+3,0	+2,5	+1,0	+2,8	+3,3	+1,4	−0,2	−0,9

» Les cotes de NL et PL ne sont données qu'à titre de première indication. Ce sont les demi-sommes de celles des deux midi placés de part et d'autre du moment à saisir dans un phénomène en rotation [1]; le Soleil et la Lune ne sont pas ramenés à l'équateur; enfin nos NL d'hiver tombent toutes pendant ou près la Lune australe. Aussi, les hausses en face de la Lune ne ressortent-elles pas égales aux baisses sous la Lune, et les hausses aux latitudes élevées doivent-elles être exagérées par suite de l'insuffisance de l'élimination de la révolution tropique. On conçoit cependant que, par un effet consécutif de la rotation, les masses d'air soulevées, vers NL, par l'action concordante du Soleil et de la Lune, retombent sur les hautes latitudes, qu'elles surchargent en proportion de la rapide décroissance des parallèles. La vidange par en bas s'accentue de plus en plus jusque vers PL, où les actions lunaire et solaire se combattent.

» L'action tropique, ici déjà beaucoup mieux étudiée, donne un effet proportionnel à $\sin\lambda \sin\delta$ [2], qui s'étend aux parallèles entiers, produisant, sauf une brève inversion due au refoulement, baisse en lune boréale et hausse en lune australe sur tout le méridien du Soleil. Les écarts indiqués sont les moyennes de la demi-révolution; les maxima les dépassent très notablement. »

M. E. **Prichot** adresse une Note relative à la constitution du grain de blé, et à un procédé de traitement des farines.

A 3 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures.

J. B.

---

résultats moins sûrs, bien que parfois plus logiques encore : on combine avec une période unique les fractions de deux périodes distinctes; les raccords sont défectueux; il y a indécision pour 2 jours.

(1) Nous prenons pour NL la moyenne des jours 1 et 29 des deux mois à combiner, pour PL celles des 15 et 16.

(2) λ latitude, δ déclinaison lunaire.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU LUNDI 1er MAI 1899,

PRÉSIDENCE DE M. VAN TIEGHEM.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les groupes continus.*
Note de M. **H. Poincaré**.

« Je désirerais faire quelques observations au sujet de cette belle théorie des groupes continus, dont la Science est redevable au génie de notre regretté correspondant M. Lie. Je voudrais, en particulier, faire voir que l'on peut démontrer l'existence d'un groupe de structure donnée par un procédé un peu différent de celui qu'a employé ce grand géomètre.

» Soit f une fonction quelconque de n variables $x_1, x_2, \ldots, x_n$ et soient $X^{(1)}, X^{(2)}, \ldots, X^{(n)}$, n fonctions de ces mêmes variables. Je poserai, suivant l'usage,

$$X(f) = X^{(1)}\frac{df}{dx_1} + X^{(2)}\frac{df}{dx_2} + \ldots + X^{(n)}\frac{df}{dx_n}.$$

» On voit que $YX(f) = Y[X(f)]$ n'est pas égal, en général, à $XY(f)$; je supprimerai généralement l'indication (f) et j'écrirai X et YX au lieu de $X(f)$ et $YX(f)$. Un opérateur quelconque, combinaison des opérateurs X, Y, Z se présentera sous la forme d'un *polynome symbolique* en X, Y, Z. Seulement il convient d'observer que dans un produit symbolique on n'a pas le droit d'intervertir l'ordre des facteurs.

» Ainsi XY n'est pas égal à YX; et $(X+Y)^2$ n'est égal ni à

$$X^2 + 2XY + Y^2,$$

ni à

$$X^2 + 2YX + Y^2,$$

mais bien à

$$X^2 + XY + YX + Y^2.$$

» Un polynome symbolique sera dit *normal*, si tous les termes qui ne diffèrent que par l'ordre des facteurs ont même coefficient; en général, un polynome symbolique ne peut pas être mis sous la forme d'une somme de puissances et de polynomes linéaires; les polynomes normaux le peuvent seuls.

» Je poserai, suivant l'usage,

$$XY - YX = [X, Y],$$

et je supposerai que nos opérateurs sont liés par certaines relations (que j'appellerai *relations de structure* parce qu'elles définissent la structure du groupe) et qui seront de la forme

$$[X, Y] = U,$$

U étant un polynome linéaire par rapport à nos opérateurs. Les coefficients de ces polynomes linéaires U ne seront pas quelconques; mais ils devront être choisis de façon à satisfaire aux *identités associatives*

$$[[X, Y], Z] + [[Y, Z], X] + [[Z, X], Y] = 0.$$

» Les relations de structure permettent de transformer les polynomes symboliques et l'on commence par démontrer que si les identités associatives ont lieu, on peut toujours transformer d'une manière, et *d'une seule*, un polynome symbolique quelconque en un polynome normal.

» Cela posé, considérons n opérateurs $X_1, X_2, \ldots, X_n$, satisfaisant à un système de relations de structure et d'identités associatives; envisageons

les substitutions infinitésimales qui changent f en $f + \varepsilon_k X_k(f)$ où $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \ldots, \varepsilon_n$ sont n constantes infiniment petites ; et les puissances de ces substitutions. On sait qu'une puissance quelconque de la substitution $1 + \varepsilon_k X_k$ est égale à

$$1 + \frac{tX_k}{1!} + \frac{t^2X_k^2}{2!} + \frac{t^3X_k^3}{3!} + \ldots,$$

où t est une constante et peut être représentée symboliquement par e^{tX_k}.

» Considérons plus généralement une combinaison linéaire quelconque de ces substitutions infinitésimales

$$1 + \varepsilon_1 X_1 + \varepsilon_2 X_2 + \ldots + \varepsilon_n X_n;$$

une puissance quelconque de cette combinaison pourra s'écrire

$$1 + \frac{t_1X_1 + t_2X_2 + \ldots + t_nX_n}{1} + \ldots + \frac{(t_1X_1 + \ldots + t_nX_n)^p}{p!} + \ldots,$$

où les t sont des constantes, et se représentera symboliquement par

$$e^{t_1X_1 + t_2X_2 + \ldots + t_nX_n}.$$

» Soient maintenant deux combinaisons linéaires

$$T = t_1X_1 + \ldots + t_nX_n, \qquad V = v_1X_1 + \ldots + v_nX_n.$$

» Considérons l'opérateur

$$e^T e^V = e^T[e^V(f)].$$

Cet opérateur se présentera sous la forme d'une série dont tous les termes sont des polynomes symboliques en $X_1, X_2, \ldots, X_n$. Grâce aux relations de structure, ces polynomes peuvent être transformés en polynomes normaux.

» *Je dis qu'une fois cette transformation faite, notre opérateur se présentera sous la forme d'une série symbolique*

$$e^W = \sum \frac{W^p}{p!},$$

où

$$W = w_1X_1 + w_2X_2 + \ldots + w_nX_n.$$

» Ce théorème serait évident si nous savions d'avance que le groupe existe; encore faudrait-il chercher à déterminer les w en fonction des t et des v, ou ce qu'on pourrait appeler les règles de multiplication des substitutions du groupe.

» Mais nous voulons précisément démontrer l'existence du groupe dont nous ne connaissons que la structure.

» Supposons d'abord que V soit infiniment petit, et soit $W = V + U_0$,

$$U_0 = u_1 X_1 + \ldots + u_n X_n$$

étant un opérateur infiniment petit. Posons maintenant

$$[T, U_0] = U_1, \qquad [T, U_1] = U_2, \qquad [T, U_2] = U_3, \qquad \ldots;$$

on trouvera aisément, en s'aidant des relations de structure et négligeant les infiniment petits du second ordre,

$$V = \sum \frac{(-1)^q U_q}{q!}.$$

Cette équation nous donne les v en fonctions des u et des t, linéaires par rapport aux u; et l'on aura

$$v_i = \sum u_k \varphi_{i,k}(t_1, t_2, \ldots, t_n).$$

Les $\varphi_{i,k}$ sont des fonctions entières des t, d'une forme toute particulière; car elles s'expriment rationnellement en fonctions : 1° des t; 2° des racines $\theta_1, \theta_2, \ldots, \theta_n$ d'une équation de degré n en θ, dont le premier membre est un polynome entier par rapport à θ et aux t; 3° et enfin des exponentielles $e^{\theta_1}, e^{\theta_2}, \ldots, e^{\theta_n}$.

» Cela posé, je vais démontrer, en me bornant à indiquer la marche générale et le principe de la démonstration, que $e^T e^{hV}$ est, quel que soit le coefficient h, de la forme e^W.

» En effet, d'après ce que nous venons de voir, le théorème est vrai pour h infiniment petit; je dis maintenant que, s'il est vrai pour $h = h_0$, il sera vrai aussi pour $h = h_0 + \delta h$; car si l'on a

$$e^T e^{h_0 V} = e^{W_0},$$

on aura aussi, puisque δh est infiniment petit,

$$(1) \qquad e^{W_0} e^{\delta h V} = e^{W_0 + \delta W},$$

ou, à cause de l'associativité,

$$e^T e^{(h_0 + \delta h) V} = e^{W_0 + \delta W}. \qquad \text{C. Q. F. D.}$$

Nous voyons en même temps, par l'équation (1), que les w, considérés

comme fonctions de h, satisfont aux équations différentielles

$$(2) \qquad v_i\, dh = \sum dw_k\, \varphi_{i,k}(w_1, w_2, \ldots, w_n).$$

On achèvera de déterminer les w en remarquant que w_k doit se réduire à t_k pour $h = 0$. Les règles de multiplication des substitutions du groupe sont donc établies, sans connaître autre chose que la structure de ce groupe.

» L'existence du groupe est en même temps démontrée, puisque nous avons formé la *Parametergruppe*.

» La considération du groupe adjoint permettrait d'intégrer les équations (2) en termes finis ou du moins par quadrature. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *L'iode dans l'eau de mer.* Note de M. **Armand Gautier.**

« Il est généralement admis et enseigné que l'iode existe, dissous dans l'eau de mer, principalement à l'état d'iodures alcalins ou alcalino-terreux. Mais lorsqu'on veut se renseigner sur la quantité d'iodures ou d'iode de ces eaux, on constate chez les auteurs presque autant de divergences qu'il y en a eu, avant mes recherches, relativement à l'iode de l'air atmosphérique. Depuis Marchand (de Fécamp) qui donna jadis le chiffre excessif de 9^{mgr} d'iode par litre d'eau de mer (1), jusqu'à Stephenson Macadam qui assurait qu'il faut évaporer plusieurs gallons d'eau de l'Océan pour y trouver $\frac{1}{500000}$ de grain d'iode (2), à Koettstorffer qui en trouva 1^{mgr} en 50 litres (3), et à J. Boussingault qui déclarait qu'il est à peu près impossible de trouver de l'iode dans l'eau de mer (4), cette question est restée irrésolue.

» En fait jusqu'ici la présence de l'iode en quantité dosable dans ces eaux demeure incertaine. D'ailleurs, pour affirmer l'existence des iodures dans l'eau de mer, on s'est fondé seulement sur deux considérations indirectes :

---

(1) Il opérait sur l'eau du rivage où l'iode se concentre, comme on verra plus loin.

(2) *Journ. f. prakt. Chem.*, t. VIII. Le gallon étant de $4^{lit},54$ et le grain de 53^{mgr}, ce serait, d'après cet auteur, *au maximum* $0^{mgr},00012$ d'iode qu'on trouverait par litre d'eau de mer.

(3) *Zeitsch. f. analyt. Chem.*, III. Heft; octobre 1878.

(4) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 2e série, t. XXX; p. 94 et 95.

la première, que, le chlore et le brome existant dans cette eau principalement à l'état de chlorures et de bromures, il doit en être de même de l'iode; la seconde, qu'on trouve des iodures dans les eaux des marais salants et jusque dans le sel marin impur qui s'y dépose.

» Le présent travail a pour objet de démontrer, au contraire, que l'eau de la pleine mer, celle du moins qui est puisée à la surface ou à quelques mètres de profondeur, ne contient pas trace d'iodures alcalins ou alcalino-terreux, que l'iode y existe toutefois en quantité facilement pondérable, mais que cet élément y est contenu tout entier à l'état organique. C'est à cette dernière circonstance que sont dues les appréciations contradictoires émises sur la quantité, et même sur la présence en proportion sensible, de l'iode dans les eaux de mer.

» Lors de mon voyage à Roche-Douvres (¹), j'ai fait puiser à l'entrée de la Manche, à 40^{km} environ des côtes, à peu près à mi-chemin entre Brest et l'île de Guernesey, 12 litres d'eau de mer prises à la surface avec toutes les précautions convenables. Cette eau, transportée au laboratoire dans deux bouteilles bouchées à l'émeri, fut traitée pour la recherche de l'iode de la façon suivante :

» L'eau est additionnée de carbonate de potasse neutre et pur tant qu'elle se trouble, puis d'un peu de potasse caustique ($0^{gr},3$ à $0^{gr},4$ par litre). Elle est alors évaporée sans filtrer, jusqu'à ce que la cristallisation commence sur les bords (²). On évite ainsi, durant l'évaporation, les pertes d'iode qui pourraient résulter de la décomposition des iodures alcalins et surtout alcalino-terreux. Le résidu, encore bien liquide, est mélangé avant refroidissement complet, et agité, avec de l'alcool à 83° centésimaux. Ce dissolvant élimine en grande partie les sels. Le magma salin alcoolique contenant la totalité des iodures est jeté sur un filtre sans plis, essoré à la trompe, puis le filtratum est à son tour évaporé. Ce second résidu est neutralisé par l'acide sulfurique étendu, réalcalinisé par une goutte de potasse et repris une seconde fois par de l'alcool à 90° centésimaux. Quand cet alcool filtré a été évaporé, on fritte la matière résiduaire pour détruire un peu de substance organique, on reprend par l'eau et l'on filtre une dernière fois. La liqueur contient alors sous un petit volume la totalité du brome et de l'iode des bromures et iodures minéraux de l'eau en expérience.

» Pour en séparer l'iode on recourt, non pas à la méthode de Bouis (distillation avec le perchlorure de fer), qui met toujours un peu de brome en liberté, mais à celle

---

(¹) Voir *Comptes rendus* du 13 mars 1899.

(²) Durant l'évaporation, on remarque que la liqueur tend à s'acidifier : on doit veiller, par additions successives de potasse caustique, à ce qu'elle reste toujours bien nettement alcaline.

de Dechan consistant à distiller la liqueur iodobromurée avec une solution très concentrée de bichromate de potasse [1]. L'iode passe seul entièrement et dès le début, avec la vapeur d'eau qu'on reçoit dans une solution de potasse pure. Quand on a distillé 10^{cc} à 15^{cc}, on sursature la liqueur potassique avec de l'acide sulfurique étendu et l'on y dose l'iode comme il a été dit dans ce Volume à propos de la recherche de ce corps dans l'air [2].

» Nous nous sommes assuré qu'en suivant cette marche on peut retrouver intégralement $0^{gr},0005$ et même $0^{gr},0002$ d'iode ajoutés à l'état d'iodure ou même d'iodate [3] dans 1 litre d'eau salée et magnésienne ayant la composition moyenne de l'eau de mer.

» Or, lorsqu'on cherche ainsi l'iode dans 1 litre d'eau du plein océan, *on n'en trouve pas une trace.*

» Très surpris de ce résultat, j'ai opéré sur 5 litres d'eau, avec une légère variante consistant à la distiller, après bonne alcalinisation, en présence de 10 grammes de sulfate de soude par litre, à précipiter dans la solution très concentrée les sels magnésiens et calcaires par le carbonate de potasse pur, à reprendre par l'alcool, après concentration, pour dissoudre les bromures et iodures, puis à continuer comme ci-dessus. Le résultat a été encore entièrement négatif.

» Il *n'existe donc pas trace d'iodures minéraux dans 5 litres d'eau de mer*, ou, du moins, il y en a une quantité inférieure à $0^{gr},0001$.

» Désormais convaincu de ce fait, en apparence paradoxal [car on retrouve l'iode dans le sel de cuisine extrait de l'eau de mer [4] et dans les algues qu'elle baigne], et me rappelant ce que j'avais observé déjà pour l'air atmosphérique, qui tout en contenant de l'iode organique n'en fournit pas la moindre quantité sous forme d'iodures, je me suis demandé si l'iode existerait dans l'eau de mer à l'état de corps organisés (spongiaires, algues microscopiques, etc.) ou de composés organiques iodés, tels que les nucléines iodées, la spongine, l'iodothyrine, etc.

---

(1) Le principe de cette méthode est, en réalité, dû à J. Krutwig, *Deuts. chem. Gesell.*, t. XVII, p. 341. Pour son application, voir Dechan, *Bull. Soc. Chim.*, t. XLVII, p. 331 et t. XL, p. 342.

(2) Voyez mon Mémoire *Sur l'iode de l'atmosphère* (*Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 644).

(3) L'iode des iodates se dissout dans l'alcool étendu si la liqueur est alcalinisée par la potasse.

(4) Koettstorfer, cité plus haut, a trouvé $0^{gr},008$ d'iode dans 1 kilogramme de sel de cuisine ordinaire.

» Pour m'en rendre compte, j'ai repris le résidu resté insoluble dans l'alcool étendu des 5 litres d'eau de mer où j'avais déjà inutilement recherché l'iode minéral. Ce résidu fut humecté de potasse pure concentrée mélangé de potasse en plaques exempt d'iode, et le tout fut chauffé, jusqu'à fusion complète, dans une capsule de nickel pur dans le but de détruire toute matière organique. Il se dégage l'odeur alcaline et ptomaïnique due à la destruction des matières organiques azotées complexes. Après refroidissement, le résidu placé dans la glace fut saturé avec précaution par l'acide sulfurique étendu, réalcalinisé faiblement et repris par l'alcool à 90°. Celui-ci fut évaporé et l'iode fut cherché dans le produit résiduel par la méthode précédente.

» Je trouvai :

Iode organique total pour 5 litres.............. 12 milligrammes

» Soit

Iode organique total pour 1 litre............... $2^{mgr},40$

» L'iode existe donc bien dans l'eau de mer en quantité pondérable; du moins dans celle qui a été puisée à la surface ou à faible profondeur, mais la matière iodée est entièrement insoluble dans l'alcool étendu et l'iode n'apparaît qu'après fusion à la potasse. Cet élément s'y trouve donc à l'état organique et sous cette forme il existe dans l'eau de mer en quantité très sensible, qu'on peut doser même dans 10 grammes d'eau.

» Il convient maintenant de préciser davantage : L'eau de la pleine mer, prise à la surface et jusqu'à une profondeur de plus de 100 mètres, contient des débris de toutes sortes, des êtres vivants microscopiques, des zooglées, des colonies bactériennes, des algues minuscules. Ces êtres vivants fixent-ils la totalité de l'iode des eaux marines, ou bien une partie de cet élément se trouve-t-elle dissoute dans l'eau à l'état de substance simplement organique?

» Pour m'en rendre compte, j'ai filtré soigneusement 5 litres d'eau de haute mer par aspiration sur un petit filtre de biscuit de porcelaine de Sèvres. Après filtration du premier litre, j'ai remarqué que les pores du biscuit s'engorgeaient et qu'il se déposait à la surface une matière mucilagineuse semi-organisée, comparable à celle dont s'entourent beaucoup d'algues microscopiques, en particulier les diatomées. Après le passage des 5 litres d'eau, le dépôt formé sur le filtre de biscuit fut détaché soigneusement et une partie fut soumise à l'examen microscopique de notre aimable et savant confrère M. Bornet, dont on connaît la haute compétence en ces matières. Il m'a remis à ce sujet la Note suivante :

» La masse du dépôt est composée d'une matière muqueuse dans laquelle sont plongés une quantité de débris minéraux, charbonneux et organisés.

» Parmi les corps organisés que j'ai reconnus se trouvent des fibres ligneuses, des poils de végétaux et d'animaux, des spicules d'éponges, de rares fragments d'insectes, des flagellés, des rotifères et surtout des diatomées variées, parmi lesquelles j'ai noté des espèces appartenant aux genres *Coscinodiscus, Melosira, Campylodiscus, Sarizella, Amphora, Synedra, Nitzchia, Navicula, Pleurosigma,* etc.

» Le dépôt organisé recueilli sur le biscuit de porcelaine ne nous a pas paru atteindre par litre le poids de $0^{gr},01$.

» Le dépôt, répondant à 5 litres d'eau de mer, et le filtre de biscuit où il s'était formé [1] furent fondus avec la potasse, et l'iode dosé. On trouva :

Iode des parties organisés de 5 litres d'eau de pleine mer. . $2^{mgr},6$

soit par litre :

Iode organisé pour 1 litre d'eau de pleine mer............ $0^{mgr},52$

» L'eau de mer qui avait été filtrée sur biscuit fut à son tour évaporée après alcalinisation, et le résidu traité par la potasse caustique fondante. On y dosa ensuite l'iode par le procédé ci-dessus décrit. On trouva :

Iode organique dissous en 1 litre d'eau de pleine mer.... $1^{mgr},80$

» Il résulte de ces dosages que 1 litre d'eau de pleine mer contenait

Iode organisé insoluble......................	$0^{mgr},52$
Iode organique dissous......................	$1^{mgr},80$
Total de l'iode organique, par litre..........	$2^{mgr},32$

» On a vu plus haut qu'on a trouvé directement, pour la totalité de l'iode, par litre, $2^{mgr},40$. C'est une confirmation bien concordante des deux chiffres précédents.

» Il résulte de ces constatations :

» 1° Que l'eau de la pleine mer prise à la surface, ou puisée à une faible profondeur, ne contient pas d'iodures minéraux;

» 2° Que dans cette eau la totalité de l'iode (à des traces près) existe sous forme de composés organiques;

» 3° Qu'une partie de cet iode organique, le cinquième environ dans notre cas, est fixé dans les êtres microscopiques : zooglées, algues, spongiaires, etc., qui vivent à la surface et jusqu'à une certaine profondeur et constituent le *plankton* de la haute mer;

---

(1) Il avait été broyé pour bien assurer son attaque par la potasse fondante.

» 4° Que les quatre cinquièmes de l'iode de l'eau de mer y sont à l'état de composés organiques solubles.

» On peut se demander si cette matière organique soluble provient des algues et autres organismes iodés de l'eau ou bien si elle se forme indépendamment d'eux et constitue le milieu favorable, la matrice où prennent naissance ces êtres inférieurs. Je ne saurais résoudre pour le moment cette grave question. Je dirai seulement que les algues microscopiques du plankton sont, d'après le dosage donné ci-dessus, *extrêmement* riches en iode. Comme tous les êtres vivants, ces algues, spongilles, etc., déclinent à un certain moment et lorsqu'elles souffrent et meurent dans l'eau, elles lui cèdent une partie de leur iode (¹). On a établi aussi que les feuilles nouvelles des grandes algues contiennent plus de deux fois plus d'iode que celles de la plante âgée. Il semble donc bien qu'une partie de la matière organique iodée de l'algue peut, en certains cas, repasser en dissolution dans l'eau de mer, pour être soumise plus tard à une nouvelle assimilation par les êtres nouveaux en état de croissance. Au contraire, si ces êtres meurent et se putréfient, comme cela se produit dans les marais salants, la substance organique est détruite et l'iode minéral peut dès lors apparaître.

» Des phénomènes analogues se passent pour le brome d'après les observations que j'ai faites rapidement au cours de ce travail. Une grande partie de ce corps existe certainement à l'état organique dans l'eau de mer, mais je ne pense pas que la totalité du brome s'y rencontre sous cette forme.

» Les matières organiques iodées de l'eau de mer mériteraient une étude approfondie que j'ai commencée. Je puis dire déjà qu'elles sont azotées et qu'elles paraissent riches en manganèse et phosphore. A tous égards elles offrent un grand intérêt. En partie dissoutes dans l'eau, en partie fixées dans les êtres microscopiques, ces composés organiques iodés et azotés complexes de la mer s'accumulent dans les eaux de rivage qui déposent, sous forme d'écumes, de zooglées, de diatomées, etc., leurs matériaux chargés d'iode, matériaux en partie solubles, en partie muqueux, restant après le bain adhérents à la peau qui les absorbe ensuite partiellement (²). C'est ainsi que l'organisme peut bénéficier ultérieurement de leur action excitante et spécifique.

» Mais il reste à s'expliquer d'où provient l'iode organique de la mer,

---

(¹) Allary, *Bull. Soc. Chim.*, t. XXXV, p. 11 et 12; 1881.

(²) Voir la Note de M. Gallard, dans ce numéro, p. 1117.

aussi bien celui des algues, spongiaires, etc., que celui qui s'est fixé dans la matière organique iodée soluble dans l'eau. Vient-il des sources et émanations issues des profondeurs, là où l'absence de toute lumière ne permet pas la vie des organismes du plankton? Ne passe-t-il que plus haut à l'état organique et organisé, dans les couches plus ou moins illuminées de la mer? C'est là un problème d'un haut intérêt que je me propose d'essayer d'éclaircir par quelques recherches que j'ai commencées. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur le traumatisme et la tuberculose.* Note de MM. **Lannelongue** et **Achard**.

« Considéré comme un facteur pathogénique, le traumatisme peut agir de deux façons : directement, pour produire les lésions traumatiques proprement dites, ou indirectement, pour influencer le développement de divers processus morbides qui naissent d'ordinaire en dehors de son intervention. Nous ne parlons pas des croyances populaires qui rapportent volontiers à des contusions l'origine des tumeurs, des coxotuberculoses, des maux de Pott, alors qu'en réalité le traumatisme ne fait bien souvent que rendre manifestes, en les exagérant, des désordres jusque-là cachés. Mais la clinique et l'expérimentation fournissent des faits suffisamment nombreux et bien observés qui ne permettent pas de mettre en doute cette cette action du traumatisme, appelant sur le point où il porte une infection généralisée ou même simplement localisée en une région plus ou moins distante.

» C'est à partir des célèbres recherches de Max Schüller (1880) sur le développement du processus tuberculeux à la suite des contusions articulaires, que cette intéressante donnée de pathogénie générale a paru consacrée par l'expérimentation. Peu après d'ailleurs, elle a reçu, pour d'autres infections, une confirmation nouvelle : Becker (1883), Krause (1884), Gangolphe (1884), en fracturant des os chez des animaux qui avaient reçu, par injection dans le sang, des cultures de staphylocoques, ont déterminé la suppuration du foyer traumatique, et d'autres observateurs, à leur suite, ont obtenu des résultats analogues avec divers microbes.

» Enfin, la clinique humaine est venue apprendre également que, dans le cours de diverses infections (staphylocoque, streptocoque, pneumocoque, bacille d'Eberth), une fracture, une injection sous-cutanée de liquides stériles pouvait provoquer le développement *in situ* d'un foyer con-

tenant l'agent microbien venu par voie interne. L'explication de ces faits est d'une grande simplicité : pour peu que quelques microbes se trouvent répandus dans la circulation, on conçoit sans peine qu'ils envahissent, à la faveur du traumatisme, les tissus lésés et s'y multiplient.

» Cependant, en ce qui concerne la tuberculose, il faut reconnaître qu'il est bien exceptionnel de voir chez un phtisique un grand traumatisme sans plaie extérieure, une fracture fermée, par exemple, devenir le point de départ d'un foyer tuberculeux. L'un de nous a eu l'occasion d'observer quelques fractures et même une luxation du pouce chez des tuberculeux sans qu'il soit survenu de complication bacillaire dans le foyer traumatique. D'un autre côté, beaucoup d'auteurs prétendent que l'entorse et les contusions ostéo-articulaires sont la cause fréquente de l'apparition des ostéo-arthrites tuberculeuses. Ils acceptent le récit des sujets ou des parents des enfants qui, comme pour les tumeurs, rapportent la maladie à un accident. En réalité, le traumatisme ne fait que dévoiler un mal existant déjà, sous une forme peu apparente, depuis un temps plus ou moins long. Si l'on s'en tenait aux conclusions de Max Schüller, la clinique contredirait donc, sur ce point, l'expérimentation.

» Mais les expériences de Max Schüller ont été faites en partie avec des produits humains plus ou moins purs et en partie avec des cultures de microbes considérés à tort comme les agents de la tuberculose, car, à cette époque, le véritable microorganisme de cette infection était encore ignoré. De plus, elles ont porté, pour la plupart, sur le lapin, animal relativement peu favorable à l'évolution de la tuberculose humaine. Aussi nous a-t-il paru que la question méritait d'être reprise en tenant compte des données acquises depuis lors sur le bacille tuberculeux et la réceptivité des animaux à son égard.

» Nous avons donc entrepris plusieurs séries d'expériences consistant à inoculer la tuberculose à des animaux par diverses voies (tissu cellulaire sous-cutané, péritoine, trachée, sang) et à produire chez eux un traumatisme à une période variable de l'infection.

» Nous avons inoculé à 20 cobayes, sous la peau de la cuisse, des produits tuberculeux d'origine humaine, provenant d'abcès froids, de ganglions, de fongosités articulaires et des organes de cobayes tuberculeux. Puis, quand l'infection était en voie de se généraliser chez ces animaux, à une date variable de dix-neuf à quatre-vingt-deux jours après l'inoculation, nous leur avons fait subir des traumatismes plus ou moins importants, quelquefois considérables : contusions articulaires à coups de maillet, dis-

torsions articulaires entraînant des luxations, des fractures, des décollements épiphysaires. Dans plusieurs expériences, c'est au voisinage même du point d'inoculation, au genou correspondant, qu'a porté le traumatisme. Or, tous ces animaux sont morts de *tuberculose* dans des délais variables : un seulement huit jours après le traumatisme, quatre dans le courant des deux premiers mois, les autres plus tard et jusqu'à deux cent trente-deux jours après le traumatisme. *Mais aucun d'eux n'a présenté de lésions tuberculeuses au niveau des régions traumatisées.* Nous n'avons retrouvé, en ces points, que des traces plus ou moins apparentes du traumatisme, sous forme de luxations, de cals de fractures, de déformations des membres.

» C'est encore un résultat négatif que nous avons enregistré chez deux autres cobayes infectés par l'injection dans le péritoine d'une culture de tuberculose humaine. L'un, qui avait subi le traumatisme dix-sept jours après l'inoculation, est mort vingt-six jours plus tard; l'autre, chez qui le traumatisme avait eu lieu en même temps que l'inoculation, a survécu quarante-trois jours : délais qui eussent été suffisants pour permettre aux lésions tuberculeuses de devenir reconnaissables.

» Même insuccès encore chez deux cobayes inoculés dans la trachée, traumatisés immédiatement et morts au bout de cent vingt et un et cent quarante jours.

» Enfin, pour réaliser les conditions les plus favorables à la localisation du bacille tuberculeux, nous avons injecté, directement dans le cœur droit, de très faibles quantités de bacilles tuberculeux chez six cobayes et fait subir à ces animaux un traumatisme immédiat. Ils ont succombé dans un délai de quinze à cent six jours avec des lésions de *tuberculose généralisée.* A l'autopsie, nous n'avons trouvé non plus, *au niveau du traumatisme, aucune apparence de lésion tuberculeuse.*

» Les résultats de nos expériences sont donc conformes à ceux de l'observation clinique. Il en ressort que la tuberculose ne se comporte pas tout à fait de même que d'autres infections, notamment que celles des suppurations aiguës : *il n'est pas aussi facile qu'on le croyait et qu'on l'a répété partout, d'après Max Schüller, de localiser dans un foyer traumatique le processus tuberculeux.*

» Une autre conséquence peut être tirée de ces faits expérimentaux : c'est la *rareté de l'infection sanguine* chez les animaux tuberculeux. Il est certain que le sang de ces animaux peut être virulent, et déjà Villemin (1868) l'avait démontré. Mais le fait doit être rare, et c'est généralement

le sang recueilli sur le cadavre qui s'est montré doué de virulence entre les mains des expérimentateurs ([1]). Or, il est possible que, pendant l'agonie, le bacille trouve plus de facilité à pénétrer dans le sang et à s'y maintenir. De fait, le sang recueilli sur le cadavre de quatre cobayes morts de tuberculose, inoculé à des cobayes sains, nous a donné trois fois la preuve de sa virulence, tandis que le sang de deux cobayes atteints de tuberculose généralisée, mais sacrifiés brusquement, ne nous a donné que des résultats négatifs. On sait, d'ailleurs, par les recherches de Borrel ([2]), avec quelle rapidité le sang se débarrasse des bacilles tuberculeux qu'on y injecte, puisque quelques minutes suffisaient, dans les expériences de cet auteur, pour l'incorporation des bacilles par les globules blancs.

» Une Note ultérieure donnera la suite de nos recherches. »

GÉOLOGIE. — *Séparation en deux groupes naturels des épanchements volcaniques du Mont-Dore; caractères chimiques distinctifs de leurs magmas et de celui qui a alimenté les éruptions de la chaîne des Puys.* Note de M. **Michel Lévy.**

« J'ai fait remarquer depuis longtemps ([3]) que la disposition des principaux cours d'eau qui rayonnent autour du Mont-Dore n'amène pas un étoilement régulier, comparable à celui du Cantal. Au Mont-Dore, l'étoilement est double; il en existe un central qui fait diverger les coulées volcaniques autour du Sancy. Ses coulées subissent, vers le nord, un arrêt apparent, le long de la vallée actuelle de la Dordogne et de la dépression qui surmonte la grande cascade du Mont-Dore.

» Un second étoilement, périphérique, dont le cercle central passerait par la Banne d'Ordenche, l'Aiguiller de Guéry, le Puy de la Croix-Morand et le Puy de l'Aigle, sert de point de départ à une série de coulées qui n'ont jamais convergé avec les premières.

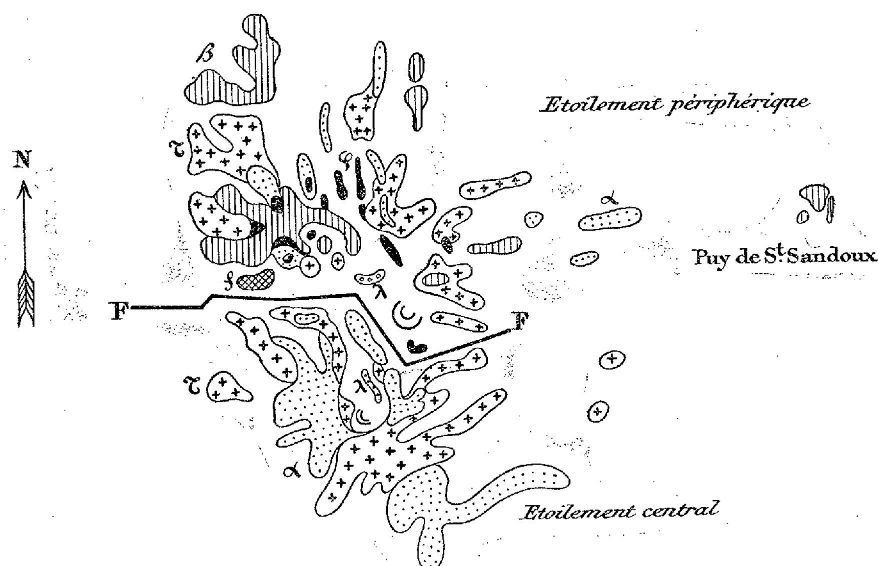
» Une faille, visible à la Bourboule, paraît avoir suivi la ligne de séparation entre les deux étoilements; elle indique que l'étoilement central tout entier, celui du Sancy, s'est affaissé après la fin des épanchements volcaniques pliocènes.

([1]) Weichselbaum, *Wien. med. Woch.*, nos 12 et 13; 1884. — Meisels, *ibid.*, nos 39 et 40. — Lustig, *ibid.*, no 48.

([2]) Borrel, *Ann. de l'Inst. Pasteur*, p. 604; 1893.

([3]) *Bull. Soc. Géol. de France*, 3e série, t. XVIII, p. 745; 1890

» L'étude pétrographique des produits de ces éruptions, que j'ai pu compléter à la suite de courses récentes, révèle que les deux étoilements volcaniques, ainsi juxtaposés, n'ont pas une composition entièrement analogue. Le croquis ci-joint au $\frac{1}{320000}$, dans lequel les basaltes compacts des



plateaux ont été intentionnellement supprimés, rend compte de ces analogies et de ces dissemblances. L'ordre des éruptions principales est résumé dans le Tableau suivant, qui commence par les plus anciennes :

	Étoilement central.	Étoilement périphérique.
ρ..	»	Rhyolites et phonolites inférieurs intercalés dans la cinérite inférieure (dômite).
λ..	Andésites basiques, labradorites et basaltes intercalés dans la cinérite.	Basaltes intercalés dans la cinérite supérieure.
τ..	Trachites à grands cristaux.	Trachytes à grands cristaux.
α..	Andésites à pyroxène et hornblende.	Téphrites andésitiques à haüyne.
φ..	»	Phonolites supérieurs.
β..	»	Basaltes ophitiques micacés.
...	Basaltes compacts des plateaux.	Basaltes des plateaux.

» On voit d'abord que la série périphérique est plus complète et plus variée que celle du Sancy. De plus, au point de vue minéralogique, elle est caractérisée par l'abondance des roches à feldspathides, phonolites inférieurs et supérieurs, téphrites à haüyne, et par la présence de ces singuliers

basaltes à structure ophitique, auxquels Cordier avait donné le nom caractéristique de *basaltes demi-deuil*, parce que les lamelles de bytownite, englobées dans les cristaux de pyroxène, y présentent des tranches blanches sur fond noir. A ces basaltes, riches en alcalis, se rattachent vraisemblablement les belles néphélinites découvertes par M. Lacroix au Puy de Saint-Sandoux.

» Les groupements naturels des roches du Mont-Dore une fois découverts, il m'a paru intéressant de chercher s'ils présentent, malgré leur apparente complexité, un lien intime pouvant caractériser, au point de vue chimique, le magma qui leur a donné naissance.

» On possède un assez grand nombre d'analyses chimiques des roches du Mont-Dore, dues à Sainte-Claire Deville, à Rammelsberg, à M. von Bonhorst, collaborateur de Von Lasaulx. Mais aucune série complète de l'étoilement périphérique n'avait été étudiée; il n'existait notamment aucune analyse des téphrites à haüyne, si importantes par leur abondance et par la place qu'elles occupent au milieu de cet ensemble; il est même curieux de constater que la nature pétrographique exacte de ces roches avait échappé à nos prédécesseurs.

» M. Bonjean, attaché au laboratoire du Comité consultatif d'Hygiène de France, a comblé, sur ma demande, cette lacune, au point de vue chimique. On trouvera plus loin (¹) la Note dans laquelle il rend compte de onze analyses, toutes afférentes à des roches de l'étoilement périphérique.

» Si l'on y joint les analyses des rhyolites de Lusclade, dues aux collaborateurs de Von Lasaulx (²), il est facile de constater que cet ensemble comporte une des séries naturelles les plus étendues que l'on connaisse, au point de vue de la variation d'acidité des roches; la teneur en silice oscille entre 78 pour 100 (rhyolites) et 45 pour 100 (basaltes ophitiques). Et cependant l'étude attentive des analyses montre une parenté bien nette de toute la série. Pour la mettre en évidence, j'ai eu recours aux procédés graphiques dont j'ai récemment recommandé l'emploi (³); ils se sont montrés efficaces dans l'espèce.

» Je résumerai ici les résultats obtenus, qui seront exposés en détail dans un Bulletin du Service de la Carte géologique de la France.

(¹) Voir à la Correspondance, page 1096.

(²) *Loc. cit.*, page 791.

(³) *Bull. Soc. Géol. de France*, 3e série, t. XXV, p. 326; 1897, et t. XXVI, p. 311; 1898.

» La caractéristique du magma de l'étoilement périphérique consiste, comme sa nature pétrographique permettait de le prévoir, dans sa richesse en alcalis et dans sa pauvreté relative en chaux; en outre, la potasse est abondante et presque égale à la soude, même dans les basaltes ophitiques, très basiques. La chaux des bisilicates est presque constamment négligeable. Ces propriétés expliquent l'apparition des feldspathides dans plusieurs termes de la série, phonolites, téphrites, qui manquent totalement dans l'étoilement central du Sancy. La richesse en potasse explique aussi la présence du mica noir de seconde consolidation des basaltes ophitiques, de même que la pauvreté en chaux justifie l'apparition de l'hypersthène, bisilicate exclusivement magnésien et ferrifère, dans quelques-uns de ces basaltes, dont tout le calcium est absorbé par le feldspath (bytownite).

» L'étude chimique de l'étoilement central ne peut encore être faite avec autant de détails, car on manque d'analyses en nombre suffisant. Cependant, il semble que la soude y soit un peu plus abondante que la potasse, et que la quantité totale de chaux augmente; en tout cas la chaux libre, non feldspathisable, encore inférieure à la magnésie, commence à s'y montrer appréciable.

» La série des Puys, qui comporte un ensemble pétrographique allant des andésites acides aux basaltes francs, présente tous ces derniers caractères plus accentués. La potasse rétrocède devant la soude; la chaux libre, plus abondante, atteint la magnésie.

» Les groupements naturels des roches volcaniques du Mont-Dore et des Puys permettent donc d'établir la parenté des magmas auxquels ces roches sont dues, et même de suivre les variations qui les caractérisent, lorsque l'on passe d'un centre à un autre voisin.

» On remarquera sans doute que cet ensemble imposant d'éruptions volcaniques, qui s'échelonne du sommet du Miocène au Pléistocène, présente plusieurs récurrences de roches acides. Il ne semble pas qu'au Mont-Dore même la série commence par les basaltes miocènes connus à Aurillac.

» 1° La première manifestation volcanique débute ici par les rhyolites et phonolites inférieurs (78 pour 100 de silice) et se continue par les coulées basiques de la cinérite (50 pour 100).

» Puis vient (dans l'étoilement périphérique du Mont-Dore) le second groupe : trachytes à grands cristaux (60 pour 100), téphrites à haüyne (53 pour 100).

» 3° Aux phonolites supérieurs (59 pour 100) succèdent des basaltes ophitiques et compacts très basiques (44 pour 100).

» 4° Enfin les andésites des Puys (62 pour 100) sont suivies par des basaltes récents (49 pour 100) ([1]).

» Il n'est donc pas possible de reconnaître ici la loi avancée par M. Iddings, sur la différenciation de plus en plus marquée du magma moyen.

» Tout au contraire, c'est la première de ces séries (rhyolites, basaltes) qui semble réaliser ce maximum de différenciation.

» Enfin, il est utile de remarquer que l'étoilement central du Mont-Dore est assis sur le granite, mais au voisinage de la limite des gneiss. L'étoilement périphérique nord est en plein granite percé de granulites. Un grand nombre de cratères des Puys est situé sur des lambeaux de Précambrien, métamorphisé par le granite. On y observe des leptynolites, des schistes micacés, des cornes amphiboliques et pyroxéniques au voisinage desquelles le granite se charge d'amphibole et passe à la diorite.

» Il est probable que ces lambeaux précambriens, qui témoignent ainsi de l'existence de bancs calcaires métamorphiques, ne sont pas étrangers à l'augmentation de richesse en chaux du magma de la chaîne des Puys. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. E. Jimenez y Berruezo de Zapata adresse, de Montevideo, par l'entremise du Ministère des Affaires étrangères, une Note relative à un insecticide antiphylloxérique.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. Ch. Sibillot adresse une Note relative aux « ballons en aluminium ».

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

([1]) C'est avec intention que nous avons disjoint la dômite de la série éruptive des Puys; elle ne paraît pas s'y associer au point de vue chimique.

CORRESPONDANCE.

M. **Joseph Bertrand** présente, de la part de M[me] *Ernest Laugier*, deux Manuscrits auxquels l'Académie attachera un grand prix :

Le portrait de Condorcet, écrit par M[lle] de Lespinasse, avec de nombreuses corrections marginales, et quelques additions, de l'écriture bien connue de d'Alembert. Ces pages inédites révèlent une admiration presque enthousiaste pour le grand esprit auquel elles sont consacrées.

L'autre Manuscrit est l'éloge de Fourier, précieux autographe d'Arago. La grande écriture de notre illustre confrère rappelle d'une manière remarquable la belle physionomie et les grandes allures dont les plus anciens d'entre nous ont conservé le souvenir.

M[me] Laugier a joint à son précieux envoi un grand nombre de pièces autographes de Condorcet, destinées à la bibliothèque de l'Institut. M. Bertrand se propose, avant de les présenter à l'Académie, de rechercher celles qui sont inédites, ou différentes en quelques points des pages imprimées.

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur une généralisation du théorème de Fermat.* Note de M. **L.-E. Dickson**, présentée par M. Picard.

« Dans divers Mémoires se rencontre la fonction

$$F(a, N) \equiv a^N - \sum a^{\frac{N}{r}} + \sum a^{\frac{N}{rs}} - \sum a^{\frac{N}{rst}} + \ldots \pm a^{\frac{N}{rst\ldots w}},$$

a étant un entier quelconque et N un entier positif quelconque dont les facteurs premiers inégaux $r, s, t, \ldots, w$. Après les travaux de Schönemann (¹), de Pellet (²) et de l'auteur (³), nous savons que le nombre de fonctions entières de degré N, irréductibles suivant le module et suivant d une fonction entière irréductible de degré n, est $\frac{1}{N} F(p^n, N)$. Pour le cas

(¹) *Journal de Crelle*, t. 31, p. 269-325; 1846.
(²) *Comptes rendus*, t. LXX, p. 328; 1870.
(³) *Bulletin of the american mathematical Society*, p. 381-389; 1897.

$n = 1$, le même résultat a été donné par Serret (¹) et par Dedekind (²).

» S. Kantor (³) a démontré que le nombre de groupes cycliques d'ordre N, contenus dans une transformation birationnelle d'ordre a dans le plan, est $\frac{1}{N} F(a, N)$. Il a donné la belle formule

$$a^N - a = \sum_{(d)} F(a, d),$$

la somme étant étendue à tous les diviseurs $d > 1$ de N.

» Le nombre $F(a, N)$ se trouve aussi dans les travaux de Picquet (⁴) sur les polygones curvilignes qui sont à la fois inscrits et circonscrits à une cubique donnée.

» Il suit de ces résultats que le nombre $F(a, N)$ est divisible par N pour toutes les valeurs de a et N. Picquet a donné une preuve directe mais avec une division en plusieurs cas.

» La preuve de Ed. Lucas (⁵) est plus simple. Je veux présenter deux preuves nouvelles qui sont encore plus simples. Pour la première je pose, pour fixer les idées, $N \equiv r^\rho s^\sigma t^\tau$. Nous avons ainsi

$$F(a, N) = \left(a^N - a^{\frac{N}{s}}\right) - \left(a^{\frac{N}{r}} - a^{\frac{N}{rs}}\right) - \left(a^{\frac{N}{t}} - a^{\frac{N}{ts}}\right) + \left(a^{\frac{N}{rt}} - a^{\frac{N}{rts}}\right).$$

Chaque quantité entre parenthèses est de la forme

$$c^{s^\sigma} - c^{s^{\sigma-1}}.$$

Elle est donc divisible par s^σ après le théorème de Fermat. Par la symétrie de $F(a, N)$, elle est aussi divisible par r^ρ et t^τ.

» La seconde preuve se dérive immédiatement de la formule nouvelle

$$F(a, gN) \equiv F(a, N)^g - F(a, N) \qquad (\mathrm{mod}\, g),$$

g étant un nombre premier, et a et N des entiers quelconques. Il suit que $F(a, gN)$ est divisible par g. Le théorème est donc démontré par une induction simple.

(¹) *Mémoires de l'Académie des Sciences*, 1865.
(²) *Journal de Crelle*, t. 54, p. 1-26; 1857.
(³) *Annali di Matematica* (2ᵉ série), t. X, p. 64-73.
(⁴) *Comptes rendus*, t. XCVI, p. 1136; 1883.
(⁵) *Comptes rendus*, t. XCVI, p. 1300; 1883.

» Je terminerai en énonçant le théorème suivant :

» *Si* $\varphi(d)$ *désigne combien il y a de nombres premiers à* d *et non supérieurs à* d, *nous avons, pour tous les entiers* a *et* N, N *étant* > 1, *la formule*

$$\sum_d \varphi(d) = F(a, N),$$

la somme étant étendue à tous les diviseurs PROPRES d *de* a^{N-1}, *c'est-à-dire que* d *ne peut diviser* a^{m-1} *si* $m < N$.

» Pour la démonstration je me sers d'un théorème général de Dedekind (*Journal de Crelle*, t. 54, p. 21 et 25-26; 1857). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une équation transcendante et les équations différentielles linéaires du second ordre à coefficients périodiques.* Note de M. **A. Liapounoff**, présentée par M. Picard.

« Dans ma Note précédente (*Comptes rendus*, 10 avril), j'ai énoncé quelques propositions sur les racines de l'équation

$$(1) \qquad A^2 - 1 = 0,$$

en entendant par A la constante caractéristique de l'équation différentielle

$$(2) \qquad \frac{d^2y}{dx^2} + \mu p(x) y = 0,$$

$p(x)$ étant une fonction donnée, continue et périodique de la variable réelle x et μ un paramètre arbitraire qui joue le rôle de l'inconnue dans l'équation (1). Ces propositions se rapportaient au cas des fonctions $p(x)$ réelles et ne changeant jamais de signe. Maintenant je me permets de communiquer des propositions analogues, relatives à un cas plus général, où $p(x)$ tout en restant réelle, peut changer de signe.

» Soient ω la période de la fonction $p(x)$, a et b deux nombres réels quelconques et $\Phi(x, a, \mu)$ une solution de l'équation (2), s'annulant pour $x = a$, mais n'étant pas identiquement nulle. En considérant l'équation

$$(3) \qquad \Phi(b, a, \mu) = 0,$$

dans laquelle μ est traité comme une inconnue, on parvient aux conclusions suivantes :

» A la seule exception du cas où $p(x)$, dans l'intervalle (a, b), est con-

stamment nulle, cette équation admet une infinité de racines qui sont toutes réelles et simples. Si $p(x)$ ne change jamais de signe, on se trouve dans le cas du théorème de M. Picard, et ces racines ont toutes le signe de $p(x)$. Dans le cas contraire, il y a une infinité de racines positives et une infinité de racines négatives. En nous plaçant dans ce dernier cas, désignons par

$$\alpha_1, \quad \alpha_2, \quad \alpha_3, \quad \ldots,$$

les racines positives, rangées dans l'ordre croissant, et par

$$\beta_1, \quad \beta_2, \quad \beta_3, \quad \ldots,$$

les racines négatives, rangées dans l'ordre décroissant. Les α_i et les β_i seront des fonctions continues de a et de b, tant que $|b-a|$ surpasse une certaine limite, plus petite que ω. Si, en fixant a et en supposant $b > a$, on fait croître b indéfiniment, tous les α_i et les β_i décroîtront en valeurs absolues et les nombres α_1, β_1 tendront vers certaines limites *indépendantes de a*. Ces limites seront toutes les deux nulles, si l'intégrale

$$\int_0^\omega p(x)\,dx$$

est égale à zéro. Dans le cas contraire, celui des deux nombres α_1, β_1 qui a le signe de cette intégrale tendra vers zéro, et l'autre vers une limite *différente de zéro* (nous supposons $\omega > 0$).

» Pour fixer les idées, nous supposerons

$$\int_0^\omega p(x)\,dx \geqq 0;$$

alors nous aurons

$$\lim \alpha_1 = 0, \qquad \lim \beta_1 = \beta_0,$$

β_0 étant un nombre négatif ou nul.

» Maintenant, posons dans l'équation (3) $b = a + \omega$. Les α_i et les β_i deviendront des fonctions continues et, évidemment, périodiques de a à période ω. Chacune de ces fonctions sera d'ailleurs telle que tous ses minima seront égaux entre eux et tous ses maxima aussi. Soient α_i', β_i'' les minima de α_i, β_i et α_i'', β_i' les maxima de ces deux fonctions. Dans certains cas, α_i et β_i pourront se réduire à des constantes, de sorte qu'on pourra

avoir $\alpha'_i = \alpha''_i$ ou $\beta'_i = \beta''_i$. Mais, dans tous les cas, on aura

$$\alpha''_i < \alpha'_{i+1}, \qquad \beta''_i > \beta'_{i+1}.$$

On aura d'ailleurs toujours $\beta_0 > \beta'_1$.

» Cela posé, on peut démontrer que tous les termes des deux suites

$$(4) \qquad \begin{cases} 0, & \alpha'_1, & \alpha''_1, & \alpha'_2, & \alpha''_2, & \alpha'_3, & \alpha''_3, & \ldots, \\ \beta_0, & \beta'_1, & \beta''_1, & \beta'_2, & \beta''_2, & \beta'_3, & \beta''_3, & \ldots, \end{cases}$$

dont la première est croissante, la seconde décroissante, sont des racines de l'équation (1) et que, d'ailleurs, les termes α'_i, α''_i, β'_i, β''_i à indice i impair satisfont à l'équation $A + 1 = 0$ et tous les autres à celle-ci $A - 1 = 0$. Si, parmi ces termes, il en existe qui vérifient des égalités de la forme

$$\alpha'_i = \alpha''_i, \qquad \beta'_i = \beta''_i, \qquad \beta_0 = 0,$$

ce seront des racines doubles; les autres seront toujours des racines simples. Les suites (4) contiennent d'ailleurs *toutes* les racines de l'équation (1), de sorte que cette équation n'admet point de racines imaginaires.

» Supposons maintenant qu'on donne à μ une valeur quelconque, différente des nombres (4). Alors, si cette valeur se trouve dans l'intervalle $(0, \beta_0)$ ou bien dans l'un de ceux (α'_i, α''_i), (β'_i, β''_i), on aura $A^2 > 1$; par suite, toutes les relations de l'équation (2) autres que $y = 0$, seront illimitées. Si, au contraire, cette valeur se trouve dans l'un des intervalles $(0, \alpha'_1)$, $(\alpha''_i, \alpha'_{i+1})$, (β_0, β'_1), $(\beta''_i, \beta'_{i+1})$, on aura $A^2 < 1$, et toutes les solutions de l'équation (2) seront limitées.

» Supposons enfin que μ soit égal à l'une des racines de l'équation (1). Si c'est une racine double, différente de zéro, toutes les solutions de l'équation (2) vérifieront une équation de la forme

$$\theta(x + \omega) = \pm\,\theta(x),$$

où l'on doit prendre celui des deux signes qui appartient à A. Si, au contraire, c'est une racine simple, il y aura deux solutions indépendantes $\theta_1(x)$, $\theta_2(x)$, vérifiant les équations

$$\theta_1(x + \omega) = \pm\,\theta_1(x),$$
$$\theta_2(x + \omega) = \pm\,\theta_2(x) + \theta_1(x).$$

» D'ailleurs, le cas de $\mu = \beta_0$ se distinguera par cette circonstance que la solution périodique $\theta_1(x)$ ne pourra s'annuler pour aucune valeur de x. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Note sur le développement d'une fonction arbitraire en une série procédant suivant les fonctions harmoniques.* Note de M. S. **Zaremba**, présentée par M. Poincaré.

« Désignons par (D) un domaine limité par une surface fermée (S), pouvant se composer de plusieurs nappes, mais admettant en chacun de ses points des rayons de courbure principaux non inférieurs à une longueur fixe; par $f(x, y, z)$ une fonction donnée s'annulant sur la surface (S) et admettant dans toute l'étendue du domaine (D) des dérivées secondes, et par u la fonction qui s'annule sur (S) et qui vérifie dans toute l'étendue du domaine (D) l'équation aux dérivées partielles

$$(1) \qquad \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} + \xi u + f = 0,$$

où ξ est un paramètre variable pouvant recevoir toutes les valeurs réelles et imaginaires. J'ai démontré, dans une Note insérée aux *Comptes rendus* le 23 juillet 1898, que la fonction u a $-\frac{f}{\xi}$ pour valeur asymptotique lorsque le module de ξ croît indéfiniment, l'argument conservant une valeur constante, différente d'un multiple de 2π. J'ai reconnu depuis que la méthode d'intégration dont je me suis servi permettait, en la combinant avec celle qui consiste à développer la fonction u suivant les puissances entières et positives d'un accroissement de ξ, de trouver une limite supérieure du module de la fonction u pour toute valeur du paramètre pour laquelle cette fonction n'est pas infinie. Cela m'a permis d'appliquer au problème du développement de la fonction $f(x, y, z)$, suivant les fonctions harmoniques relatives au domaine (D), la méthode de Cauchy sous la forme donnée à cette méthode par M. Poincaré au § XI de son beau Mémoire *Sur les équations de la Physique mathématique* (*Rendiconti del Circolo matematico di Palermo,* 1894). Voici le résultat que j'ai obtenu : soient U_1, U_2, U_3, ... la suite des fonctions harmoniques relatives au domaine (D), et k_1, k_2, k_3, ... celle des nombres caractéristiques correspondants; on pourra trouver des constantes A_1, A_2, A_3, ... et une suite infinie de

nombres entiers et positifs croissants, $p_1, p_2, p_3, \ldots$, tels que, en posant

$$W_\nu = \sum_{t=p_{\nu-1}+1}^{p_\nu} A_t U_t$$

et en convenant de faire $p_{-1} = 0$, la série

$$\sum_{\nu=1}^{\infty} W_\nu$$

soit uniformément convergente dans toute l'étendue du domaine (D) et ait $f(x, y, z)$ pour somme.

» J'ajoute que la méthode que j'ai donnée pour intégrer l'équation (1) conduit à une démonstration très simple et très générale du principe de Dirichlet. »

RAYONNEMENT ÉLECTRIQUE. — *Radioconducteurs à billes métalliques.* Note de M. ÉDOUARD BRANLY.

« Les expériences qui font l'objet de cette Communication se rattachent à deux groupes de mes recherches : 1° Résistance des limailles et conducteurs discontinus; 2° Résistance au contact de larges surfaces métalliques.

» 1°. Les fines limailles métalliques ne sont pas les seuls conducteurs discontinus que j'aie étudiés en 1890 et 1891; dans la longue liste des substances qui éprouvent des diminutions considérables de résistance sous l'influence de décharges électriques éclatant à distance, j'ai cité la grenaille de plomb (*Bull. de la Soc. de Physique*, avril 1891). Voici un essai datant de cette époque.

» Une dizaine de grains de 1^{mm} à 2^{mm} de diamètre sont placés dans un tube de verre vertical de 6^{mm} de diamètre intérieur où ils occupent une hauteur d'environ 1^{cm}. Ils sont intercalés entre deux tiges de laiton reliées aux pôles d'un élément Daniell et l'on mesure leur résistance au pont de Wheatstone. La tige supérieure de laiton étant surmontée d'un poids (charge 1200^{gr}), la résistance de la grenaille passa de 581 à 60 ohms par l'action d'une petite étincelle électrique éclatant à $1^m,50$. Par le choc, retour au delà de 1000 ohms. La charge ayant été réduite de 1200^{gr} à 600^{gr}, la résistance de la grenaille fut trouvée supérieure à 100000 ohms; par l'action de l'étincelle, elle tomba à 400. Retour par le choc.

» 2° En 1898, mon attention se porta sur les résistances importantes

qui existent au contact de larges disques d'un *même* métal [1] (résistances qui ne sont sensibles que pour certains métaux). J'ai complété récemment mes expériences en rendant manifeste encore dans ce cas l'action à distance que je n'avais réussi à obtenir que très faiblement. J'ai opéré comme il suit :

» Une colonne verticale de quarante disques de fer, larges et épais, bien polis et bien dressés, superposés et surmontés d'un poids pour assurer un meilleur contact, est intercalée dans le circuit d'un élément Leclanché et d'une sonnerie. La résistance des disques est d'abord trop forte pour que la sonnerie parle. A 3^m environ, on dispose un petit radiateur de Righi, actionné par une bobine d'induction de $0^m,02$ d'étincelle, la sonnerie se fait entendre dès qu'une étincelle éclate, par suite de la diminution de résistance des disques. Un choc rétablit la résistance.

» Des limailles métalliques aux larges disques superposés en passant par la grenaille, les radioconducteurs offraient une suite de conducteurs électriquement discontinus extrêmement étendue. En comparant la constitution des limailles et celle des disques superposés, j'ai pensé que la différence d'action des ondes électriques pouvait tenir à ce que la large surface des disques réduisait considérablement la densité des courants induits que fait naître le rayonnement électrique. D'après cela, des sphères métalliques superposées, n'offrant que de petites surfaces de contact, devaient présenter une sensibilité bien supérieure à celle des disques. Cette conjecture s'est vérifiée.

» Je ne décrirai ici que les expériences relatives à quelques métaux : laiton, plomb, fer doux, acier doux, aluminium.

» Radioconducteurs a billes métalliques. — *Laiton.* — Une colonne de 15 billes de laiton, de 10^{mm} de diamètre, superposées en colonne verticale dans un tube de verre, est intercalée entre deux tiges de laiton dans l'une des branches d'un pont de Wheatstone. La tige supérieure de laiton pèse 100^{gr}. La résistance des 15 billes est $0^{ohm},4$; une étincelle électrique de $1^{mm},5$ éclatant entre les boules d'un excitateur chargé par une bobine d'induction (bobine de 2^{cm} d'étincelle) ne produisit à $0^m,50$ de distance qu'une diminution de résistance extrêmement faible. Cette diminution ne fut toutefois pas nulle comme elle l'est avec une colonne de disques de laiton.

» *Plomb.* — 12 billes de 8^{mm} de diamètre en colonne verticale. Résistance initiale 14 ohms, elle descend à 13 ohms par l'étincelle ($1^{mm},5$ à $0^m,50$).

» *Fer doux.* — 10 billes de 12^{mm} de diamètre en colonne verticale. Résistance initiale 990 ohms. Elle passe à 60 par l'étincelle de $1^{mm},5$ éclatant à 10^m; par un choc léger elle remonte à 1300, elle tombe à 80 par l'étincelle.

---

(1) *Comptes rendus,* juillet 1898.

» *Acier dur*. — 10 billes de 12^{mm} de diamètre en colonne verticale. Résistance initiale 600 ohms, elle passe à 50 par l'étincelle de $1^{mm},5$ éclatant à 10^{m}. Un léger choc établit une résistance de 2060 ohms, elle tombe à 120 par l'étincelle. Un nouveau choc conduit à 2520, puis l'étincelle à 90.

» *Aluminium*. — 6 billes de 12^{mm} en colonne verticale. Résistance initiale 3670 ohms, elle tombe à 260 par une étincelle; par un choc léger elle s'élève à 2060 ohms, il faut 2 étincelles successives pour agir, chute à 280; un choc conduit à 6250, chute à 410 avec l'étincelle.

» Le laiton ne donnant rien, le plomb étant très peu sensible, les essais ont été variés avec le fer doux, l'acier dur et l'aluminium. A cet effet, les colonnes précédentes ont été intercalées soit dans le circuit d'un élément Leclanché et d'une sonnerie, soit dans le circuit d'un élément Leclanché et d'un relais, ce dernier mettant en jeu une sonnerie dans un circuit secondaire. Avec le fer doux, l'acier dur et l'aluminium, la petite étincelle employée plus haut produisait son action à 15^{m} de façon à faire fonctionner la sonnerie. Le retour par le choc n'avait lieu ici aisément qu'à circuit ouvert, par un choc léger pour l'acier dur et l'aluminium, par un choc notablement plus fort pour le fer doux.

» Même résultat avec un relais différent et une lampe à incandescence dans le circuit secondaire, l'illumination de la lampe remplaçant le jeu de la sonnerie. Ici, le retour est déterminé pour l'aluminium par un choc très léger, même à circuit fermé; pour l'acier, par un choc léger à circuit ouvert; avec le fer doux, le retour par le choc est relativement difficile à circuit fermé et même à circuit ouvert.

» Même résultat en disposant les colonnes *horizontalement* entre deux tiges de laiton; l'une était fixe et l'autre mobile; cette dernière pressait les billes avec un effort qu'on graduait par un poids supporté par un cordon de soie passant sur une poulie. On peut aussi employer un ressort.

» J'ai opéré avec succès avec des billes d'acier dont le diamètre variait de 3^{mm} à 15^{mm}. Pour les autres métaux, la difficulté de me procurer des billes a limité mes essais.

» Pour comparer la sensibilité des colonnes de billes à la sensibilité des tubes à limaille, une expérience a été faite avec six billes d'acier dur de 12^{mm}, en colonne verticale, intercalées dans le circuit d'un Leclanché et d'un relais, une sonnerie se trouvant dans le circuit secondaire du relais. A une distance de 80^{m} d'un petit radiateur à quatre boules de Righi (actionné par une bobine de $0^{m},15$ d'étincelle), dans une allée de jardin, *la sensibilité a été trouvée d'emblée à peu près aussi grande que celle d'un tube à alliage d'or*. Le radiateur et le récepteur ne portaient ici aucune tige ver-

ticale. Il n'y avait aucune communication avec la terre. L'aluminium s'est montré également sensible.

» Il est bien entendu qu'avec ces radioconducteurs à billes métalliques dont la sensibilité est voisine de celle des meilleurs tubes à limailles, il sera nécessaire de fixer, *suivant les circonstances de leur usage*, le diamètre, le nombre des sphères, le poli, la pression, le degré de vide, la force électromotrice de la pile. Toutes ces influences doivent être étudiées. Il importera surtout de régler le choc.

» Je ferai remarquer que ces nouveaux radioconducteurs se comportent en tout, par leurs qualités et leurs irrégularités *apparentes*, comme les tubes à limaille. Comme *tous* les radioconducteurs sensibles, ils sont exposés à être qualifiés de capricieux; cela tient surtout aux effets multiples du choc. Comme je l'ai déjà indiqué en 1891, des chocs faibles et répétés (¹) font renaître la conductibilité. De là des conductibilités inattendues si l'appareil n'est pas mis à l'abri des trépidations. Un choc plus fort, unique, rétablit la résistance. Mais un choc trop fort conduit à une résistance extrême que les décharges précédentes ne surmontent plus à la même distance, ce qui fait que la sensibilité semble avoir disparu. D'après mes recherches antérieures, on rétablit la sensibilité en appliquant ce que j'ai appelé *la sensibilisation par un premier effet*. »

PHYSIQUE. — *Sur la production de chaînes de dépôts électrolytiques, et la formation probable de chaînes conductrices invisibles, dans l'eau distillée, sous l'action des courants de self-induction et des ondes électriques; et sur un curieux phénomène d'oscillations produites dans l'eau distillée par les courants induits à faible fréquence* (²). Note de M. **Thomas Tommasina**, présentée par M. A. Cornu.

« Dans mes recherches sur les cohéreurs à contact unique, après en avoir obtenu de très sensibles au moyen d'une goutte de mercure placée dans un tube de verre entre deux électrodes cylindriques en laiton, j'ai essayé d'en produire par des liquides plus ou moins diélectriques, le dispositif étant celui que j'ai indiqué dans mes Notes du 12 décembre et du 13 mars. Afin de donner une structure superficielle identique au pendule et au disque de

---

(¹) Journal *La Lumière électrique*, 1er semestre 1891.

(²) Genève, laboratoire de Physique de l'Université.

cuivre, je les ai recouverts d'une couche mince bien adhérente et homogène de cuivre électrolytique. Après lavage à l'eau distillée, j'immerge le disque dans un verre contenant aussi de l'eau distillée, puis je fais descendre lentement le pendule pour l'amener au contact du disque. En regardant à la loupe, je vois bientôt se produire un dépôt noir ([1]) sur le disque, à l'endroit où devrait avoir lieu le contact. La distance entre les électrodes étant minime, le petit intervalle se remplit par le dépôt, lequel produit, lorsque je fais remonter très délicatement le pendule, une chaîne de $0^m,03$ de longueur. Si l'on cesse d'allonger la chaîne et si on laisse le pendule immobile, la chaîne subsiste, mais il se produit immédiatement des arborescences qui partent de la chaîne même, et en plus grand nombre de sa partie inférieure, laquelle adhère au disque, celui-ci étant lié au pôle négatif; on les voit rapidement pousser, en se ramifiant toujours davantage. Si j'interromps alors le courant, l'arbre semble se dessécher, en commençant par les extrémités les plus éloignées; toutes les branches changent de couleur, deviennent d'une teinte brune de plus en plus claire, s'amincissent et tombent l'une après l'autre; finalement la chaîne se détache aussi et tombe. Si l'on rétablit le courant, tout semble reprendre vie, de nouvelles arborescences naissent des débris des précédentes, et il suffit de toucher l'une des branches avec le pendule, et de le remonter délicatement, pour reproduire une chaîne.

» Le pendule étant toujours lié au pôle positif, si, après avoir formé un bout de chaîne, on le soulève rapidement, en laissant un espace de 1^{mm} ou 2^{mm} entre le pendule et l'extrémité de la chaîne, on voit très bien, à la loupe, cette dernière se prolonger par superposition de grains naissants, *le courant continuant à passer, pendant qu'on voit la chaîne absolument sans contact aucun avec le pendule*. De plus, si l'on éloigne doucement celui-ci à droite et à gauche, *on voit la chaîne le suivre en se prolongeant toujours, attirée comme par un aimant*.

» Désirant répéter l'expérience, j'ai retiré de l'eau le pendule et le disque, je les ai nettoyés et remis de nouveau en place. Ayant fait remonter le pendule immédiatement après le contact avec le disque, j'ai eu la surprise de voir la petite lampe, que j'avais intercalée pour reconnaître rapidement si le contact était bien établi, rester allumée, bien que sur le disque il ne se fût encore formé aucun dépôt. En remontant le pendule d'un mouvement

---

([1]) Ce dépôt doit être de l'oxyde cuivrique (CuO), le cuivre s'oxydant au fur et à mesure de sa formation.

régulier, la lampe s'éteignit lorsque celui-ci se trouvait à une distance de 36mm du disque placé horizontalement au milieu du verre. En faisant redescendre immédiatement le pendule, la lampe restait éteinte, aucun courant capable de faire agir le relais ne passait donc plus; mais après un nouveau contact, le même phénomène se reproduisit. J'ai répété bien des fois cette manœuvre, toujours avec le même résultat, la distance variant entre 3cm et 6cm.

» Aucun changement n'était visible à la loupe, ni sur les deux électrodes, ni dans la couche liquide qui se trouvait entre elles.

» Pour élucider la chose, j'ai fait les expériences suivantes : J'arrêtais le pendule à chaque demi-centimètre de sa montée, puis, au moyen d'un pont mobile entre deux godets à mercure, j'interrompais le courant pendant quelques instants et ensuite je le rétablissais, la lampe se rallumait toujours, jusqu'à une certaine hauteur variable de la montée du pendule. Mais si, après avoir interrompu le courant, je faisais remonter le pendule de quelques millimètres seulement et si je rétablissais ensuite le courant, la lampe ne se rallumait jamais.

» J'ai vérifié à maintes reprises le fonctionnement du relais et j'ai pu me convaincre qu'il n'entrait en jeu ni effets d'inertie, ni magnétisme rémanent.

» J'ai obtenu les mêmes résultats en remplaçant les électrodes de cuivre par des électrodes de platine ou d'aluminium, mais il m'a fallu un temps beaucoup plus long.

» La chaînette présumée de molécules se trouverait dans des conditions relativement semblables à celles de la chaînette qui se forme dans l'intérieur d'un tas de poudre ou de limaille examiné au microscope, laquelle, ainsi que le fait a été observé par M. Leo Arons (1) et par moi (2), continue à se reformer d'un autre côté par de nouveaux contacts, lorsqu'on la dérange, très délicatement, avec un pinceau; mais *il ne se forme toujours qu'une seule chaîne conductrice*. Dans l'eau, le phénomène doit se produire d'une manière encore plus parfaite. J'ai constaté qu'on peut la remuer en tous sens, au moyen d'une tige de verre, sans que la chaînette se détruise, sauf en donnant un ou plusieurs chocs à l'une des électrodes. De même qu'à l'intérieur d'un tas de limaille on peut aussi produire dans l'eau la chaînette sans contact préalable entre les électrodes, si la distance entre

---

(1) *Ann. d. Phys. und Ch.* Neuer Folge. Band. 65; 1898.

(2) *Soc. de Phys. et d'Hist. nat. de Genève.* Séance du 5 janvier 1899.

elles est minime, par la seule action des ondes hertziennes. Cette constatation m'a conduit à construire un cohéreur avec une couche très mince d'eau distillée.

» J'ai encore essayé de produire la chaîne de limaille dans l'eau distillée au moyen du courant induit d'une bobine de Ruhmkorff; j'y suis parvenu très facilement sans aucune modification au dispositif précédent.

» Au cours de ces essais, j'ai constaté un phénomène assez singulier. Si l'on soulève graduellement le pendule, lorsqu'il arrive près de la surface de l'eau, le liquide prend un mouvement d'oscillation qui s'accentue pendant que le pendule sort de l'eau en entraînant à sa suite un cône de liquide qui peut atteindre plusieurs millimètres de hauteur. Le pendule montant toujours, ce cône finit par se détacher et de fortes étincelles éclatent du pendule sur l'eau; mais, si l'on rétablit le contact, les étincelles cessent et les oscillations recommencent. Le phénomène ne se produit pas dans l'eau non distillée, ni si l'on ajoute des traces d'acide, ni si l'on fait usage d'interrupteurs trop rapides, tels que l'interrupteur électrolytique. »

PHYSIQUE. — *Sur la polarisation rotatoire magnétique du quartz.* Note de M. **Arnold Borel** (¹), présentée par M. A. Cornu.

« La polarisation rotatoire magnétique du quartz, découverte par Becquerel et confirmée notamment par Wertheim et Lütdge, n'a guère été étudiée jusqu'ici d'une manière quantitative. Mes recherches ont porté sur quelques raies seulement, mais échelonnées sur une assez grande étendue du spectre, entre Cd_1(643,87) et Cd_{25}(319,34). J'ai utilisé diverses méthodes polarimétriques, celle de Laurent et celle de Summer pour les raies du sodium, celle de Wild pour les raies du cadmium. Dans l'ultra-violet, j'ai fait usage d'un oculaire fluorescent de J.-L. Soret à lame d'esculine.

» J'ai employé, pour ces expériences, un système de deux quartz, l'un dextrogyre et l'autre lévogyre, dont les épaisseurs, très sensiblement égales ($59^{mm},37542$ et $59^{mm},37550$), permettaient d'éliminer l'influence gênante de la polarisation rotatoire naturelle. L'un de ces quartz est celui qui a été étudié par MM. J.-L. Soret et Sarasin

(¹) Laboratoire de Physique de l'Université de Genève.

dans leur travail sur la polarisation rotatoire naturelle du quartz et, plus tard, par MM. C. Soret et C.-E. Guye pour des mesures à basse température.

» Le champ magnétique de 1200 à 1400 unités C.G.S. était créé par une grande bobine dans l'axe de laquelle les quartz pouvaient être placés. Ce champ lui-même était mesuré à l'aide d'un tube de sulfure de carbone, substance dont le pouvoir rotatoire magnétique est bien connu. La rotation produite par le quartz était donc comparée directement à celle qui était produite par le sulfure de carbone dans des conditions identiques.

» Le Tableau suivant donne, pour la température de 20° C., les constantes de Verdet du quartz; c'est-à-dire la rotation en minutes, produite par une épaisseur de quartz de 1^{cm}, dans un champ d'une unité C.G.S., l'axe du quartz et le rayon lumineux étant parallèles au champ.

Raies.	Longueurs d'onde.	Constantes de Verdet.
Cd_1	643,87	0,01385
D	589	0,01684
Cd_4	508,60	0,02285
Cd_5	480,01	0,02605
Cd_6	467,89	0,02785
Cd_9	360,93	0,04684
Cd_{18}	257,29	0,10725
Cd_{25}	319,39	0,16032

» J'ai également étudié l'influence de la température en répétant les mesures pour trois raies, aux environs de 94°. Le pouvoir rotatoire magnétique du quartz croît avec la température, et cela d'autant plus que la lumière employée est plus réfrangible.

Raies.	Constantes de Verdet à 94°.	Accroissement entre 20° et 54°.
Cd_1	0,01396	0,00011
D	0,01700	0,00016
Cd_6	0,02814	0,00029

CHIMIE MINÉRALE. — *Analyse chimique de quelques roches volcaniques provenant de l'étoilement périphérique du Mont-Dore.* Note de M. E. **Bonjean**, présentée par M. Michel Lévy.

« M. Michel Lévy m'a demandé de procéder à l'analyse de quelques roches volcaniques du Mont-Dore, provenant de l'étoilement périphérique qui s'étale au nord de la vallée de la Dordogne et de la dépression de la Grande-Cascade.

» Voici les résultats que j'ai obtenus :

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.
SiO^2	58,70	56,36	54,97	54,00	53,60	53,20	53,00	52,80	49,00	47,23	44,50
Al^2O^3	22,36	21,32	25,84	24,10	22,57	24,16	22,63	21,95	21,70	24,25	21,50
Fe^2O^3	5,08	7,29	6,29	8,95	6,78	7,07	7,50	10,96	13,30	11,33	14,90
MgO	1,27	2,06	1,13	2,35	3,92	2,20	2,47	3,06	5,22	4,85	7,60
CaO	3,39	5,07	5,21	4,65	5,80	6,38	7,14	7,05	8,95	8,47	8,96
K^2O	5,45	3,65	3,52	1,58	4,01	3,21	5,89	2,39	1,95	1,64	2,47
Na^2O	5,13	6,17	4,49	5,60	5,11	4,44	1,72	4,37	0,63	1,81	1,36
SO^3	Traces.	»	»	»	Traces.	0,50	0,25	»	»	»	»
P^2O^5	»	»	Traces.	»	»	»	»	»	»	»	»
Total pour 100 de roche sèche.	101,38	101,92	101,45	101,23	101,79	100,16	100,60	102,58	100,75	99,58	101,26

» I. Phonolite du Roc Blanc.
» II. Trachyte à grands cristaux de La Queuille.
» III. Phonolite de la Malvialle.
» IV. Téphrite à haüyne, au-dessous de l'Aiguiller de Guéry (roche un peu décomposée).
» V. Id., entre La Queuille et le Puy Loup.
» VI. Id., sous le Roc Blanc.
» VII. Id. (roche un peu décomposée).
» VIII. Id.
» IX. Basalte ophitique sous la Banne d'Ordenche.
» X. Id., du Puy Loup.
» XI. Basalte compact du sommet de la Banne d'Ordenche (1).

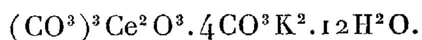
» La silice, l'oxyde de fer, l'alumine, la chaux et la magnésie ont été déterminés après attaque de la roche par fusion avec les carbonates alcalins.

» Pour le dosage des alcalis, on a utilisé la fusion au four Forquignon et Leclerc, avec le carbonate de chaux. Lors de cette seconde fusion, la teneur en silice a été contrôlée. »

(1) Pour la composition minéralogique et la structure de ces roches, voir Michel Lévy, *Bull. Soc. Géol. de France*, t. XVIII, p. 743; 1890.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un carbonate double cristallisé de peroxyde de cérium* (¹). Note de M. André Job, présentée par M. Troost.

« J'ai montré récemment (²) qu'il est possible de peroxyder le cérium en solution aqueuse et de l'y maintenir à l'état peroxydé sous une forme stable. Les liqueurs percériques de carbonate de potassium, préparées par l'eau oxygénée comme je l'ai indiqué, se conservent plusieurs mois. J'ai cherché à isoler le composé qu'elles contiennent, et en les évaporant lentement à la température ordinaire, j'y ai vu se déposer des cristaux d'un rouge sang très intense qui atteignaient parfois jusqu'à un demi-centimètre de longueur. M. Dufet a bien voulu les examiner, et il y a reconnu le système triclinique. Cela suffisait déjà à caractériser une espèce chimique nouvelle, car aucune des combinaisons connues qui pouvaient se former dans la même liqueur ne cristallise dans ce système. Mais j'ai pu préparer ces cristaux rouges à l'état de pureté en quantité notable, et les analyses très concordantes attestent aussi un composé parfaitement défini, qui est un carbonate double de potassium et de peroxyde de cérium :



$$(CO^3)^3Ce^2O^3.4CO^3K^2.12H^2O.$$

» Il se dissout dans l'acide sulfurique étendu avec dégagement de gaz carbonique et d'oxygène, et avec formation d'eau oxygénée et de sulfate céreux potassique qui se dépose. Il est soluble dans l'eau faiblement additionnée de carbonate de potassium, et donne une liqueur brune sur laquelle on reconnaît tous les caractères d'une combinaison percérique. D'ailleurs en y dosant l'oxygène disponible par la méthode que j'ai fait connaître (³) on s'assure facilement que le rapport de l'oxygène au cérium correspond bien à la formule CeO^3.

» A 110° les cristaux rouges perdent toute leur eau de cristallisation. Ils cessent en même temps d'être transparents et prennent une couleur orangée. Mais ils n'ont pas subi de décomposition, car ils se dissolvent encore dans le carbonate de potassium dilué en donnant une liqueur percérique. *On peut même les porter à 200° pendant plusieurs heures sans qu'ils se décomposent.* Cette stabilité d'un composé percérique est tout à fait inattendue.

» Vers 230° ils commencent à subir une perte d'oxygène, lente mais illimitée. A

(¹) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale.

(²) *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 178.

(³) *Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 59.

mesure que la température s'élève, cette perte s'accélère; puis, vers 300°, un dégagement également très lent et illimité de gaz carbonique lui succède. A 360° il se termine en moins d'une heure. Il reste alors un composé cérique jaune clair dont la formule est $CO^3Ce^2O^3.4CO^3K^2$.

» Il ne semble pas qu'on ait jamais signalé l'existence d'un carbonate de peroxyde défini et cristallisé. Si l'on tenait à lui trouver quelque analogue parmi les composés connus, tout au plus pourrait-on le comparer au percarbonate de potassium récemment préparé par l'électrolyse. Encore ce rapprochement serait-il prématuré. Mais on me permettra d'insister surtout sur le fait suivant :

» *Le même carbonate percérique que donne l'eau oxygénée peut se former aussi par la peroxydation spontanée des sels de cérium.*

» En effet, si l'on dissout du nitrate céreux dans du carbonate neutre de potassium concentré, et si, aussitôt après la préparation du liquide, on l'agite violemment à l'air en y ajoutant de l'eau peu à peu, on y développe la teinte rouge brun des liqueurs percériques. Et l'on peut obtenir une solution qui, évaporée, dépose, en même temps qu'une poudre jaune de carbonate cérique, des cristaux rouges exactement pareils à ceux que j'ai décrits plus haut. J'analyserai prochainement le mécanisme de cette oxydation par l'air, et les conditions très nombreuses qui la limitent [1].

» Ce qui est certain dès à présent, c'est qu'il est possible de se placer dans un domaine extrêmement restreint de circonstances tellement choisies, qu'un composé de peroxyde de cérium prenne naissance par l'action de l'air, spontanément, à froid, au sein d'une dissolution. Ce composé est un carbonate percérique double qui donne de l'eau oxygénée au contact de l'acide sulfurique dilué. Il résiste jusqu'à 200° à l'action de la chaleur.

» Cette formation par voie humide, à froid, et sous la seule action de l'air, d'un peroxyde capable de donner de l'eau oxygénée au contact des acides, n'est sans doute pas un fait isolé en Chimie minérale. Elle est attestée ici, et rendue visible par la coloration intense du carbonate percérique. Pour d'autres métaux dont les sels sont incolores, il y a lieu de se demander si des phénomènes analogues ne pourraient pas être décelés. »

---

[1] Le sel céreux passe directement à l'état de peroxyde. Mais, à peine formée, cette combinaison peroxydée se réduit en partie au contact du sel céreux en excès pour donner le sel cérique intermédiaire qui, lui, n'est pas susceptible de peroxydation spontanée.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le fluor supposé contenu dans certaines eaux minérales*. Note de M. F. Parmentier, présentée par M. Troost.

« La plupart des Traités techniques et un certain nombre de Mémoires spéciaux signalent la présence du fluor ou de composés fluorés volatils dans quelques eaux minérales. La présence du fluor a été, en particulier, affirmée à plusieurs reprises pour les eaux du Mont-Dore et pour celles de Saint-Honoré-les-Bains. Voici les faits sur lesquels on s'est appuyé.

» Quand on s'est servi pendant quelque temps d'un verre parfaitement transparent pour boire ces eaux, ce verre présente des taches semblables comme aspect à celles que produit l'acide fluorhydrique. Au bout d'une saison, les verres sont devenus opaques comme si on les avait traités par des vapeurs d'acide fluorhydrique. Des objets en verre qu'on laisse séjourner dans les sources présentent le même aspect au bout de quelque temps. Des objets en bois ou en gutta-percha ne présentent pas le même aspect après un certain usage. Pour un œil même exercé, les taches produites par l'eau minérale ressemblent à celles qu'on peut obtenir par la gravure sur verre au moyen d'acide fluorhydrique. De plus, ces taches ne peuvent pas être enlevées par le frottement ou bien par un lavage aux acides comme cela a lieu pour les dépôts formés par d'autres eaux minérales, dépôts en général formés d'oxydes de fer et de carbonates terreux.

» Il y a cependant *a priori* impossibilité matérielle qu'il existe des composés fluorés volatils capables d'attaquer le verre dans des eaux comme celles du Mont-Dore ou de Saint-Honoré-les-Bains. Ces eaux sont très riches en silice qui souvent se dépose à la surface même des sources; elles contiennent aussi des bicarbonates alcalins et alcalino-terreux.

» La plupart des personnes, même des chimistes distingués, qui ont vu les verres en question sont restés perplexes sur l'origine de ces taches et ont admis l'existence de composés fluorés, inconnus peut-être, dans l'eau minérale. En réalité, on n'a affaire qu'à un dépôt de silice parfaitement blanche mélangée de traces de carbonate de chaux, mais cette silice présente une adhérence considérable.

» Quand avec un canif bien tranchant on gratte la surface des verres on en détache la substance blanche qui les recouvre et l'on obtient pour le verre son apparence ordinaire. La matière ainsi détachée traitée par l'acide fluorhydrique fait légèrement effer-

vescence, puis il se produit des vapeurs de fluorure de silicium faciles à reconnaître.

» Il reste dans la capsule dans laquelle on a fait l'expérience un faible résidu de fluorure de calcium. Le dépôt est donc formé de silice et d'un peu de carbonate de chaux. Chose curieuse, le fer ne se dépose pas sur le verre comme cela a lieu dans d'autres stations thermales.

» Quand on traite rapidement un verre, supposé attaqué, par de l'acide fluorhydrique étendu, la silice est rapidement dissoute, et le verre reprend son éclat. On peut faire avec des verres ayant séjourné dans les eaux du Mont-Dore l'opération inverse de celle qu'on fait dans la gravure sur verre, c'est-à-dire produire avec l'acide fluorhydrique des transparents sur fond blanc opaque.

» Un verre entier, semblé corrodé, que l'on plonge rapidement dans de l'acide fluorhydrique étendu et qu'on lave ensuite à l'eau, reprend tout son éclat.

» D'après ces expériences et d'autres encore, il est démontré que les taches produites sur le verre par les eaux du Mont-Dore, de Saint-Honoré-les-Bains, et sans doute par d'autres eaux, sont dues à un dépôt très adhérent de silice, et non à un composé fluoré. On a prétendu aussi que les eaux du Mont-Dore et d'autres eaux tiennent en dissolution du fluorure de calcium. Nous n'avons jamais, dans les nombreuses analyses d'eaux minérales que nous avons faites, pu déceler la moindre trace de composé fluoré quelconque. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le pouvoir oxydant des periodates alcalins.* Note de M. **E. Péchard** (¹), présentée par M. Troost.

« Depuis la découverte du periodate disodique $IO^6Na^2H^3$, par Magnus et Ammermüller (²) de nombreuses recherches ont été faites sur les periodates dans le but de fixer la basicité de l'acide periodique, dont certains auteurs représentent la pentabasicité par la formule $IO(OH)^5$.

» Par l'action d'un acide fort sur le sel disodique, il est facile d'obtenir le periodate monosodique IO^4Na qui cristallise soit anhydre, soit avec 2 ou 3 molécules d'eau. Ce sel, assez soluble dans l'eau, est décrit comme un sel acide; il rougit, en effet, le tournesol, mais j'ai constaté qu'il est neutre au méthylorange. Il en résulte qu'étant donné un periodate de sodium quelconque, on peut très exactement doser le métal en employant succes-

(¹) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

(²) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 2ᵉ série, t. LIII, p. 92.

sivement de l'acide sulfurique et de la soude titrés et comme indicateur le méthylorange.

» On assimile généralement les propriétés chimiques des periodates à celles des iodates et, en particulier, la propriété commune qu'ont ces sels d'être des corps oxydants. Je vais montrer que le periodate IO^4Na ne se comporte pas du tout à ce point de vue comme l'iodate IO^3Na.

» *Le periodate monosodique se comporte comme une combinaison d'iodate et d'oxygène actif.* — On peut, en effet, reproduire avec une dissolution de ce sel toutes les expériences classiques relatives à l'ozone.

» Cette dissolution attaque *immédiatement* le mercure, noircit l'argent, peroxyde l'oxyde de thallium, décolore l'indigo, etc.

» L'oxygène actif se dégage lentement de la dissolution de ce sel à l'état d'oxygène ozonisé. Dans toutes les réactions que je viens de citer, on peut constater qu'il reste de l'iodate de sodium.

» J'ai été amené à constater ces propriétés oxydantes des periodates en voulant appliquer à ces sels une méthode d'analyse fondée sur l'oxydation à chaud de l'acide oxalique en présence d'acide sulfurique. Cette méthode, qui donne d'excellents résultats avec les iodates et qui permet de doser, dans ces sels, l'iode et l'oxygène, ne s'applique pas aux periodates; l'oxydation de l'acide oxalique par un periodate se fait très lentement, de sorte qu'on n'est pas certain de la fin de l'opération, tandis qu'avec les iodates l'analyse ne dure que quelques minutes.

» Cette différence tient à ce que l'oxygène actif n'a qu'une action lente sur l'acide oxalique, action comparable, ainsi que je l'ai constaté, à celle de l'ozone sur le même acide.

» On peut d'ailleurs tourner cette difficulté d'analyse en mélangeant au sel à analyser une dissolution de sulfate manganeux. Comme l'ozone, le periodate transforme le sel manganeux en peroxyde de manganèse et devient un iodate. L'acide oxalique peut dès lors être oxydé à la fois par l'iodate et l'oxygène actif qui s'est fixé sur le manganèse.

» Dans les expériences suivantes, nous allons retrouver cette même propriété des periodates et en déduire d'autres procédés d'analyse de ces sels :

» I. Oxydation du sulfate ferreux par les periodates de sodium. — En employant des dissolutions titrées de sulfate double de fer et d'ammonium et de permanganate de potassium, j'ai pu constater les faits suivants :

» 1° *En liqueur acide* (acide sulfurique), un atome d'oxygène du periodate oxyde

immédiatement à froid le sulfate ferreux. L'iodate résultant continue ensuite *lentement* l'oxydation et, par un titrage rapide, on peut doser l'oxygène actif.

» 2° *En liqueur alcaline* [titrage indiqué dernièrement par M. Job (1)], l'oxygène actif seul entre en réaction, l'iodate n'oxydant pas une solution alcaline de sulfate ferreux.

» II. Oxydation de l'anhydride arsénieux en solution alcaline par le periodate de sodium. — Comme dans le cas qui précède, l'oxygène actif du periodate agit seul.

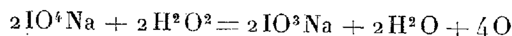
» Les quatre réactions que je viens d'indiquer constituent autant de procédés susceptibles de donner la quantité d'oxygène actif d'un periodate alcalin et par conséquent d'analyser ce periodate, et j'ai obtenu, en effet, les mêmes résultats en les appliquant à des volumes égaux d'une même dissolution de periodate de sodium. L'emploi du sulfate ferreux acide donne quelquefois un nombre un peu trop fort; en opérant suffisamment vite, cet inconvénient peut être facilement évité.

» III. Action de l'eau oxygénée sur les periodates alcalins. — L'oxygène actif des periodates peut réagir sur l'eau oxygénée; je distinguerai les trois cas suivants :

» 1° *Periodate alcalin au méthylorange.* — Mélangé à l'eau oxygénée, le periodate disodique solide décompose lentement ce réactif comme le ferait de la soude.

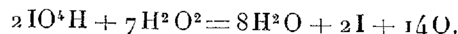
» 2° *Periodate neutre au méthylorange :* IO^4Na. — Au contact de l'eau oxygénée le periodate dégage son oxygène actif, et en même temps il a mise en liberté d'un volume égal d'oxygène provenant de l'eau oxygénée.

» 3° *Periodate acide au méthylorange :* $IO^4Na + SO^4H^2$. — Tout l'oxygène du periodate et un volume égal de gaz provenant de l'eau oxygénée se dégagent; en même temps de l'iode est mis en liberté. Cette réaction très sensible m'a permis, en employant l'empois d'amidon, de constater la présence d'une trace de periodate et de vérifier que l'ozone transforme lentement en periodate une dissolution d'iodate de sodium, surtout lorsqu'elle est alcaline. Ces réactions 2° et 3° peuvent être représentées par les formules suivantes :



$$2IO^4Na + 2H^2O^2 = 2IO^3Na + 2H^2O + 4O$$

et



$$2IO^4H + 7H^2O^2 = 8H^2O + 2I + 14O.$$

» Le rapport des volumes d'oxygène dégagé dans ces deux cas est $\frac{14}{4} = 3,5$.

» En employant une liqueur titrée contenant $0^{mc},0645$ IO^4Na au litre, on trouve que

			Calculé.
10^{cc} dégagent	2°............	14^{cc}	$14^{cc},4$
	3°............	49^{cc}	$50^{cc},4$

» On voit, d'après ces expériences, que les periodates en solution neutre ou alcaline au méthylorange ont un pouvoir oxydant que ne possèdent pas les iodates dans les mêmes conditions. En liqueur acide nous retrouvons la

(1) *Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 59.

même différence, l'eau oxygénée décomposant l'acide periodique tandis qu'elle ne réagit nullement sur l'acide iodique. Il faut donc attribuer à ces sels une constitution différente de celle des iodates, et différente également de celle des perchlorates qui ne donnent aucune des réactions indiquées dans cette Note. On peut donc dire que les periodates, et en particulier, le sel IO^4Na, peuvent dégager de l'oxygène ayant des propriétés analogues à celles de l'ozone, et l'étude ultérieure de l'action de ce sel sur l'iodure de potassium avec mise en liberté d'iode confirmera encore cette manière de voir. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Déplacement du mercure par l'hydrogène.* Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. Henri Moissan.

« 1° L'action de l'hydrogène sur un composé mercuriel uniformément pulvérisé est proportionnelle au poids du solide.

» Par exemple, en plaçant dans des tubes identiques, pleins d'hydrogène, des masses variables d'oxyde jaune de mercure préalablement séché à 125°, et en maintenant les tubes dans un même bain-marie à 100°, on constate l'apparition de gouttelettes de mercure et de vapeur d'eau : $HgO + 2H = H^2O + Hg$. De plus :

Pour des quantités de HgO de....................	$2^{gr},2$	$10^{gr},0$	$20^{gr},0$
La masse d'hydrogène absorbé en 4 heures est....	?	$3^{cc},1$	$6^{cc},5$
» » » 8 »	$1^{cc},8$	$5^{cc},6$	$11^{cc},0$
» » » 22 »	$9^{cc},0$	$36^{cc},0$	$66^{cc},0$

» Dans le tube à 20^{gr}, l'absorption de l'hydrogène s'affaiblit avec le temps parce que la pression diminue plus vite et que le mercure libre est éliminé plus difficilement que dans les autres tubes. Au début de l'expérience, la proportionnalité est nettement marquée.

» *Influence de la pression.* — La rapidité de l'absorption du gaz hydrogène n'est pas proportionnelle à la masse, c'est-à-dire à la pression; dans ces réactions lentes, elle paraît être proportionnelle à la distance moléculaire, c'est-à-dire à la racine cubique de la pression.

» En opérant dans un même tube sur 20^{gr} d'oxyde jaune à 100°, sous diverses pressions, on constate que l'absorption est proportionnelle au temps et qu'en moyenne l'absorption par heure est:

Sous la pression moyenne de 775^{mm}............ ..	3^{cc}	
Sous la pression de 3100, constante.............	$\frac{7}{6}^{cc}$	ou $4^{cc},8$ à 755^{mm}
Ramené à la pression de 667 sans cesse maintenue.	$3^{cc},21$	ou $2^{cc},83$ à 755^{mm}

» Le rapport des masses d'hydrogène absorbées dans les deux premiers essais est $\frac{4,8}{8} = 1,6$; le rapport des pressions est $\frac{3100}{755} = 4,16$.

» Or $\sqrt[3]{4,16} = 1,608$.

» De même le rapport des masses d'hydrogène disparues dans les deux dernières expériences est $\frac{4,80}{2,83} = 1,69$ et la racine cubique du rapport des pressions est 1,67.

» *Comparaison des oxydes mercuriques.* — L'isomérie de l'oxyde jaune et de l'oxyde rouge de mercure est généralement admise. Cependant l'action de l'hydrogène à 100° sur ces oxydes est tout à fait comparable; l'allure des deux réactions est identique, elles ne diffèrent que par la vitesse qui est cinq fois plus grande pour l'oxyde jaune que pour l'oxyde rouge, comme si le premier avait simplement un grain plus fin.

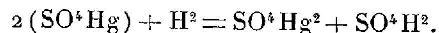
» Le Tableau ci-dessous montre, en effet, que l'absorption de l'hydrogène, mesurée par la hauteur h du mercure dans le manomètre, est sensiblement le double pour 2^{gr} d'oxyde jaune que pour $5^{gr},5$ d'oxyde rouge, quel que soit h.

Durée.	$5^{gr},5$ ox. rouge.	2^{gr} ox. jaune.	4^{gr} SO^4Hg.	$SO^4Hg + SO^4H^2$.
20 heures	$h = 45^{mm}$	115	Faible.	$h = 120^{mm}$
42 »	135	250	63	600
64 »	208	380	113	»
72 »	228	415	132	»
96 »	310	555	330	»
110 »	368	»	640	»
168 »	550	»	»	»

» *Oxydes mercureux.* — Il est remarquable que l'hydrogène n'exerce aucune action réductrice sur l'oxyde mercureux, même au bout de quatre jours à 100°. L'oxyde mercureux jaunit légèrement, mais le volume gazeux ne paraît pas varier. Il semble même que Hg^2O s'oppose à la réduction de HgO. Au contraire, l'oxygène est absorbé assez rapidement à 100° par l'oxyde mercureux.

» *Sels mercuriques.* — A 100° l'hydrogène est sans action sur le sublimé corrosif; mais il réduit le sulfate et l'azotate mercuriques secs.

» Le Tableau précédent montre que la réduction du sulfate mercurique est tout à fait différente de celle des oxydes. La réaction, d'abord très lente, devient de plus en plus rapide. Il se forme du sulfate mercureux et de l'acide sulfurique

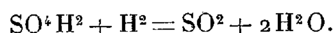


$$2(SO^4Hg) + H^2 = SO^4Hg^2 + SO^4H^2.$$

» Il semble que l'acide sulfurique facilite la réduction.

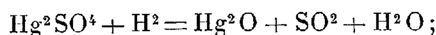
» La quatrième colonne du Tableau montre, en effet, qu'un mélange d'acide sulfurique et de sulfate mercurique est réduit plus rapidement que le sulfate pur et sec.

» Quand le sulfate mercurique est à peu près totalement réduit, la marche ascensionnelle du mercure dans le manomètre se ralentit; et, au bout de quarante-huit heures, on constate la formation d'une notable quantité d'acide sulfureux dans l'appareil sans qu'aucune trace de mercure apparaisse, comme si la réduction se portait alors sur l'acide sulfurique exclusivement



$$SO^4H^2 + H^2 = SO^2 + 2H^2O.$$

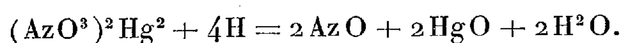
Mais la rapide formation du gaz sulfureux prouve que le sel mercureux agit par sa présence



$$Hg^2SO^4 + H^2 = Hg^2O + SO^2 + H^2O;$$

Hg^2O, rencontrant de l'acide sulfurique libre, régénère SO^4Hg^2.

» *Sels mercureux.* — De l'azotate mercureux pulvérisé et séché ne tarde pas à dégager du bioxyde d'azote en présence de l'hydrogène à 100°



$$(AzO^3)^2Hg^2 + 4H = 2AzO + 2HgO + 2H^2O.$$

» Le sel jaunit fortement et l'analyse indique la présence de l'oxyde mercurique HgO, cause probable de ce changement de couleur.

» Dans ce cas, comme dans celui de l'oxyde mercureux, l'hydrogène paraît provoquer la transformation de l'oxyde mercureux en oxyde mercurique; car, en reprenant le sel jaune, résidu de l'opération, par l'eau salée pour éliminer le sel mercureux par insolubilité, filtrant et reprenant par l'eau acidulée d'acide chlorhydrique, on constate la présence de chlorure mercurique dans le liquide.

» En somme, l'hydrogène réduit l'acide du sel mercureux, mais provoque la transformation de l'oxyde mercureux en oxyde mercurique, c'est-à-dire l'oxydation de la base.

» Ajoutons qu'à 100° l'azotate mercureux absorbe peu à peu l'oxygène en prenant une teinte jaune serin et donnant naissance à des dérivés mercuriques que j'ai caractérisés, comme il a été dit plus haut. Comme, d'autre part, les sels mercuriques sont facilement réduits par l'hydrogène à 100° avec formation d'eau, il est permis de conclure que la présence des sels de mercure abaisse notablement la température de combinaison de l'oxygène avec l'hydrogène. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Phénomènes lumineux produits par l'action de certains sels ammoniacaux sur l'azotite de potassium en fusion.* Note de M. **D. Tommasi.** (Extrait.)

« Si l'on projette sur de l'azotite de potassium en fusion un cristal de chlorure d'ammonium, on voit celui-ci tourner à la surface de l'azotite sous la forme d'un petit globule brillant, lequel devient incandescent, puis s'enflamme et disparaît avec une faible détonation, comme le ferait un fragment de potassium au contact de l'eau. Si l'on fait réagir le sulfate d'ammonium sur de l'azotite de potassium en fusion, le phénomène lumineux est bien plus intense.

» L'azotate d'ammonium, au contact de l'azotite de potassium en fusion, produit un phénomène lumineux des plus remarquables : si l'azotate est employé à l'état de poudre cristalline, on observe une série de points phosphorescents à la surface du bain d'azotite de potassium; mais si, au contraire, on emploie un petit cristal d'azotate, il se forme immédiatement, à la surface de l'azotite de potassium en fusion, un globule incandescent qui est entouré d'un anneau phosphorescent animé d'un mouvement giratoire très rapide et qui, au bout de quelques secondes, éclate en produisant une flamme violacée. »

THERMOCHIMIE. — *La morphine et ses sels.* Note de M. **Émile Leroy** (1).

« L'étude des alcaloïdes fournit une foule de problèmes relatifs à la constitution de ces corps et à leurs transformations, dans lesquels les considérations thermochimiques doivent être utilement invoquées. Les données thermiques se rapportant à cette classe de substances étant encore peu nombreuses, je me suis proposé d'en déterminer un certain nombre. Je présente aujourd'hui mes premiers résultats relatifs à la morphine.

» J'ai utilisé un très bel échantillon de morphine, dont l'analyse a montré la pureté.

» I. *Chaleur de combustion.* — La combustion de la morphine hydratée dans la

(1) Ce Travail a été fait au Collège de France, dans le laboratoire de M. Berthelot.

bombe calorimétrique a donné pour 1gr les valeurs suivantes :

7078Cal,7; 7073Cal,2; 7090Cal,8; 7077Cal,9; 7078Cal,5. Moyenne... 7079Cal,8

d'où, pour 1 molécule = 303gr :

Chaleur de combustion à volume constant........... 2145Cal,2
» à pression constante......... 2146Cal,7

» II. *Chaleur d'hydratation.* — La morphine a été déshydratée en la chauffant avec ménagement à 120°. Elle a été dissoute ensuite dans 1 équivalent de SO^4H^2,

Ce qui a dégagé .... +8Cal,51
La morphine hydratée dissoute de même a dégagé.... +4Cal,85

d'où la chaleur d'hydratation

$M\varphi + H^2O$ liq. = $M\varphi$ hydratée.................... +3Cal,66
$M\varphi + H^2O$ sol. = $M\varphi$ hydratée.................... +2Cal,10

» III. *Chaleur de formation.* — De la valeur trouvée pour la chaleur de combustion de la morphine, on déduit pour sa chaleur de formation

$C^{17} + H^{19} + Az + O^3 + H^2O$ liq. = $M\varphi$ cristallisée... +111Cal,9

et

$C^{17} + H^{19} + Az + O^3$ = $M\varphi$ anhydre..... +108Cal,24

» IV. *Chaleurs de neutralisation.* — J'ai mesuré les chaleurs de neutralisation de la morphine par les acides chlorhydrique, sulfurique, azotique, acétique et oxalique, en dissolvant une molécule de morphine hydratée dans un équivalent d'acide dilué dans 10lit d'eau, à la température de 12° :

		Morphine	
		hydratée cristallisée.	anhydre.
		Cal	Cal
Acide chlorhydrique...	+ HCl...	+3,52	+7,18
	2e HCl....	+0,16	
Acide sulfurique.......	½SO^4H^2...	+4,85	+8,51
	2e » ...	−0,20	
	3e » ...	−0,12	
Acide azotique........	AzO^3H...	+3,39	+7,05
	2e » ...	+0,15	
Acide acétique........	$C^2H^4O^2$...	+2,70	+6,36
	2e » ...	+0,17	
Acide oxalique........	½$C^2O^4H^2$..	+3,66	+7,32
	2e » ..	−0,24	
	3e » ..	−0,01	

» L'addition d'un excès d'acide produit un phénomène thermique appréciable, indice d'une faible dissociation des sels dissous. Les acides sulfurique et oxalique en excès ont donné une absorption de chaleur, comme avec les alcalis minéraux.

» L'addition d'un excès de base au sel neutre ne produit pas d'effet thermique sensible; ainsi 1 équivalent de morphine hydratée avec ½ équivalent de HCl a dégagé 1Cal,77 qui est sensiblement la moitié de la chaleur de neutralisation à équivalents égaux, ce qui s'explique, l'excès de base ne se dissolvant pas.

» V. *Sels solides.* — Le chlorhydrate, le sulfate et l'oxalate neutres ont été préparés à l'état solide, en dissolvant la base dans une solution tiède de l'acide; les sels cristallisent par refroidissement. Le chlorhydrate et le sulfate ainsi obtenus correspondent aux formules admises $M\varphi HCl.3H^2O$ et $M\varphi^2SO^4H^2.5H^2O$.

» On attribue à l'oxalate, d'après M. Decharme (¹), la formule $M\varphi^2C^2O^4H^2.H^2O$; le sel que j'ai obtenu a donné à l'analyse H^2O, 9,80 et $C^2O^4H^2$, 12,26, ce qui correspond à $M\varphi^2C^2O^4H^2.4H^2O$, qui exige H^2O, 9,83 et $C^2O^4H^2$, 12,29.

» Ces trois sels ont été dissous dans l'eau (1 molécule dans 15^{lit} environ) et l'on a trouvé pour les chaleurs de dissolution à 12° :

	Cal
$M\varphi HCl.3H^2O$ + eau....................	— 9,47
$M\varphi^2SO^4H^2.5H^2O$ + eau..................	— 9,74
$M\varphi^2C^2O^4H^2.4H^2O$ + eau................	— 9,87

» Abandonné dans le vide sec, le chlorhydrate finit par se déshydrater complètement. La chaleur de dissolution de ce sel anhydre est de — 3^{Cal}, 39. On en déduit la chaleur d'hydratation de ce sel :

$M\varphi HCl + 3H^2O$ liq....................	+ 6^{Cal},08
$M\varphi HCl + 3H^2O$ sol....................	+ 1^{Cal},39

d'où

$$M\varphi \text{ anhydre} + HCl \text{ gaz} = M\varphi HCl \text{ sol} \ldots\ldots\ldots + 27^{Cal},97$$

» Les autres sels ne se déshydratent complètement qu'à température élevée (130°) à laquelle ils éprouvent, l'oxalate surtout, une altération notable.

» En somme, la morphine est une base monoacide. Si l'on veut la comparer à d'autres bases organiques, prises comme elle à l'état solide, l'isoquinoléine et la paratoluidine fournissent des termes de comparaison. On a, en effet,

$$C^9H^7Az \text{ sol.} + HCl \text{ gaz} = C^9H^7AzHCl \text{ sol} \ldots\ldots + 25^{Cal},67$$
$$C^7H^9Az \text{ sol.} + HCl \text{ gaz} = C^7H^9AzHCl \text{ sol} \ldots\ldots + 23^{Cal},65$$

» La fonction basique de la morphine est donc un peu plus énergique, et, de fait, elle bleuit le tournesol, tandis que les bases précédentes sont sans action sur ce réactif.

» VI. *Action des alcalis.* — On sait que la morphine se dissout dans la potasse et dans la soude pour donner des composés analogues aux phénates alcalins; il était intéressant de fixer par la Thermochimie l'intensité de la fonction phénolique de cet alcaloïde.

	Cal
1 molécule de morphine hydratée a été dissoute dans 1 molécule de KOH (10^{lit}); le dégagement de chaleur à 12° a été...............	+ 4,79
L'addition d'une deuxième molécule de KOH a dégagé...........	+ 0,45
L'addition d'une deuxième molécule de morphine a dégagé.........	+ 0,20

ce qui montre que la combinaison est légèrement dissociée dans la solution.

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LXVIII, p. 165.

» Ces résultats confirment donc bien ce fait, que la morphine se comporte comme un phénol monoatomique.

» La chaleur de formation du morphinate de potasse dissous à partir de la morphine anhydre est $+ 8^{Cal},45$. Ce nombre surpasse très notablement la chaleur de dissolution du phénol ordinaire pris à l'état solide, dans la potasse étendue, chaleur qui n'est que $+ 5^{Cal},6$.

» En raison de ce caractère phénolique, il était intéressant d'étudier, au point de vue thermique, la précipitation de la morphine par la potasse et l'ammoniaque.

» A 1 molécule de chlorhydrate de morphine, dissoute dans 10^{lit} d'eau, on a ajouté 1 molécule de potasse, ce qui a dégagé $+ 10^{Cal},52$; l'addition d'une deuxième molécule de KOH, en redissolvant la morphine précipitée, a dégagé $+ 4^{Cal},75$, nombre très voisin de celui qui a été trouvé plus haut pour la dissolution de la morphine cristallisée dans la potasse.

» Avec l'ammoniaque, la précipitation de l'alcaloïde a dégagé $+ 9^{Cal},00$, et l'addition d'une deuxième molécule d'ammoniaque n'a produit qu'un effet thermique insignifiant.

» Or, si à $10^{Cal},52$ on a ajouté la chaleur de neutralisation de HCl par la morphine cristallisée 3,52, on trouve 14,04, nombre très voisin de 14,00, chaleur de neutralisation de HCl par KOH à 12°, température de l'expérience. De même, si à $9^{Cal},00$ on ajoute 3,52, on trouve 12,52, nombre voisin de 12,45, chaleur de neutralisation de HCl par AzH^3.

» On en conclut que la morphine précipitée par KOH ou AzH^3 est identique à la morphine cristallisée à l'état d'hydrate. En fait, on observe dans ces expériences que le dégagement de chaleur n'est pas instantané et se produit pendant deux ou trois minutes, ce qui montre que la morphine mise en liberté par l'alcali subit une transformation progressive, qui l'amène finalement à l'état d'hydrate cristallisé. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la racémisation du camphre.* Note de M. A. **Debierne** [1], présentée par M. E. Grimaux.

« On sait que M. Jungfleisch a obtenu autrefois, en chauffant à 300° pendant très longtemps du camphre en tube scellé, un corps présentant les caractères d'un camphre inactif qu'il a supposé être un camphre inactif par nature. M. Haller [2] semble penser au contraire que le corps de M. Jung-

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie organique, à la Sorbonne.

(2) Haller, *Deuxième Supplément du Dictionnaire* de Wurtz.

fleisch est simplement du camphre inactif par compensation. On voit que, si l'on admet l'hypothèse de M. Haller, la racémisation du camphre se produirait à une température très élevée.

» On verra par cette Note que le camphre actif ordinaire peut être racémisé complètement sans qu'il soit besoin d'opérer à une température s élevée. On obtient ce résultat en opérant sur la combinaison moléculaire que forme le camphre avec le chlorure d'aluminium ([1]).

» Le mode opératoire qui m'a donné le meilleur résultat est le suivant : 200gr de camphre sont dissous dans 250gr de toluène, préalablement purifié par ébullition sur le chlorure d'aluminium et rectification; on ajoute peu à peu à cette solution 300gr de chlorure d'aluminium anhydre en refroidissant de façon que le mélange ne s'échauffe pas trop. Une grande partie du $AlCl^3$ se dissout immédiatement pour former la combinaison moléculaire citée plus haut; lorsque tout le chlorure d'aluminium est ajouté on chauffe le mélange à 80°-85° pendant quinze heures. Au bout de ce temps tout $AlCl^3$ est dissous, la masse a fortement noirci et l'on vérifie que la racémisation est complète en décomposant une partie du produit de la réaction par l'eau, et en examinant le liquide surnageant au polarimètre.

» Lorsqu'on s'est ainsi assuré que la réaction est terminée, on effectue l'opération précédente sur la masse totale et l'on distille, avec la vapeur d'eau, le liquide jaunâtre surnageant, afin d'éliminer toutes les portions colorées. On a alors un liquide parfaitement incolore qui est séché et rectifié à l'aide d'une colonne Le Bel; le toluène distille d'abord; lorsqu'il est éliminé on laisse refroidir et le résidu se prend en masse. Cette masse est essorée à la trompe, puis pressée pour éliminer les huiles qui imprègnent les cristaux et enfin recristallisée dans l'alcool. On peut encore retirer des quantités notables de cristaux des liqueurs mères, en les distillant et les refroidissant dans un mélange réfrigérant.

» On obtient ainsi 120gr d'un corps fondant à 178°, présentant toutes les propriétés d'un camphre (formation d'une oxime fondant à 118°,5; d'un acide de formule $C^{10}H^{16}O^4$ par oxydation nitrique, etc.) mais sans action sur la lumière polarisée. Il s'agissait alors de rechercher si l'on se trouvait en présence du camphre racémique ou d'un camphre inactif par nature.

» Je ne pouvais songer à dédoubler directement ce camphre; en effet, le camphre n'est ni acide ni basique; de plus, comme il est presque insoluble dans l'eau et agit comme antiseptique, on ne pouvait espérer cultiver facilement des moisissures en sa présence.

» J'ai donc été obligé d'essayer le dédoublement d'un de ses dérivés; c'est sur l'acide obtenu par oxydation nitrique que j'ai effectué cet essai.

([1]) G. Perrier, *Comptes rendus*, t. CXIX, p. 276.

» Cet acide s'obtient de la même manière que l'acide camphorique ordinaire; il a également pour formule $C^{10}H^{16}O^4$ et fond à 208°; il est très peu soluble dans l'eau et assez soluble dans l'alcool.

» Ses propriétés semblaient différer assez sensiblement de celles indiquées pour l'acide racémo-camphorique (points de fusion indiqués : 201° à 205°), et il était nécessaire d'en déterminer la nature : son sel de cinchonine, qui m'a servi pour le dédoublement, fut obtenu par action d'un excès de cinchonine sur une solution alcoolique d'acide, et la cinchonine non dissoute fut séparée par filtration. Par évaporation lente à la température ordinaire, on obtint des cristaux qui furent soumis à des cristallisations fractionnées répétées en employant comme dissolvant un mélange d'alcool et d'acétone. Au bout d'un grand nombre de cristallisations, le pouvoir rotatoire du sel ne varie plus et se trouve égal à $\alpha_D = 129°30'$. Ce pouvoir rotatoire se trouva le même que celui du sel de cinchonine obtenu avec l'acide camphorique droit. De plus, l'acide régénéré du sel obtenu par dédoublement fondait à 187° et avait comme pouvoir rotatoire, en solution alcoolique, $\alpha_D = 47°$. Il était donc absolument identique avec l'acide camphorique droit.

» Les liqueurs mères de sel de cinchonine finirent par refuser de cristalliser et l'acide séparé de cette masse gommeuse déviait à gauche le plan de polarisation; cependant, le pouvoir rotatoire et le point de fusion ne correspondaient pas à ceux de l'acide camphorique gauche, mais plutôt à ceux d'un mélange d'acide gauche et d'acide racémique.

» Comme l'acide camphorique droit peut se combiner avec un acide gauche, différent de l'acide camphorique gauche ordinaire, pour fournir un acide inactif dédoublable (¹) appelé *acide mésocamphorique*, et que je n'avais pu caractériser l'acide gauche combiné avec l'acide camphorique droit, j'ai cherché à identifier l'acide inactif lui-même avec l'acide racémo-camphorique obtenu par mélange des acides droit et gauche ordinaires. J'ai pu y parvenir grâce à l'obligeance de M. Bertram, de Leipzig, qui a bien voulu m'envoyer du camphre gauche. J'ai ainsi observé que les propriétés de mon acide (points de fusion, solubilité) étaient bien les mêmes que celles de l'acide racémo-camphorique et j'ai pu, de plus, en préparant les deux anhydrides qui cristallisent magnifiquement, observer aussi l'identité de leurs formes cristallines. L'acide que j'avais dédoublé était donc bien de l'acide camphorique racémique et, par suite, le produit de transformation du camphre par le chlorure d'aluminium est du camphre inactif par compensation.

» Cette préparation facile du camphre racémique pourra rendre plus aisée l'identification des produits obtenus par synthèse, avec les corps

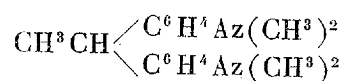
(¹) FRIEDEL, *Comptes rendus*, p. 978, t. CVIII.

actifs dérivés du camphre. Elle permettra aussi d'obtenir un grand nombre de corps racémiques, solides ou liquides, avec les corps actifs correspondants, et j'ai l'intention d'en profiter pour essayer de déterminer la véritable nature des racémiques.

» Je me propose de montrer ultérieurement que le chlorure d'aluminium peut donner, dans d'autres conditions, de véritables isomères du camphre. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le dérivé dissymétrique tétraméthylé du diamidodiphényléthane.* Note de M. A. TRILLAT, présentée par M. E. Grimaux.

« Le produit résultant de la condensation de la diméthylaniline et de l'aldéhyde acétique

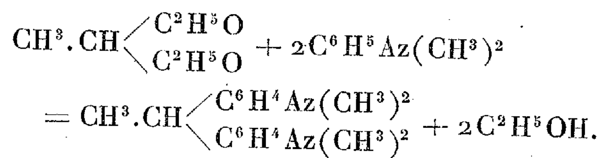


$$CH^3CH\begin{cases} C^6H^4Az(CH^3)^2 \\ C^6H^4Az(CH^3)^2 \end{cases}$$

ne semble pas avoir été étudié jusqu'à ce jour. Si l'on chauffe la diméthylaniline avec de l'aldéhyde acétique en présence d'un acide, on n'obtient qu'une masse résineuse dont il est impossible de séparer un corps défini. Il est probable que c'est à ce résultat qu'il faut attribuer la lacune qui existe, à ce sujet, dans la littérature chimique.

» Le tétraméthyldiamidodiphényléthane dissymétrique, différent de celui obtenu par le bromure d'éthylène (¹), peut être préparé facilement en modérant la réaction. Pour cela, j'emploie, au lieu de l'aldéhyde acétique pure, un mélange d'alcool et d'acétal, tel qu'on l'obtient en oxydant l'alcool éthylique par le bichromate de potasse.

» L'acétal se décompose en régénérant l'aldéhyde acétique qui se combine avec la diméthylaniline :



$$CH^3.CH\begin{cases} C^2H^5O \\ C^2H^5O \end{cases} + 2C^6H^5Az(CH^3)^2 = CH^3.CH\begin{cases} C^6H^4Az(CH^3)^2 \\ C^6H^4Az(CH^3)^2 \end{cases} + 2C^2H^5OH.$$

» *Préparation.* — 500^{gr} d'alcool éthylique ordinaire étendu d'eau à 2^{lit} sont oxydés avec la quantité théorique de bichromate de potasse et d'acide sulfurique. Au lieu de distiller immédiatement, comme c'est le cas dans la préparation de l'aldéhyde acé-

(¹) *Beilstein*, vol. III, p. 1044.

tique, on abandonne le mélange pendant cinq à six heures, de manière à favoriser le plus possible la formation de l'acétal. La partie distillée contient de l'aldéhyde acétique, de l'acétal, de l'eau et de l'alcool. Ce mélange est additionné de 100^{gr} de diméthylaniline et de 350^{gr} d'acide sulfurique au $\frac{1}{5}$, puis chauffé à basse température pendant cinq jours. Dans ce but, je me sers d'un flacon hermétiquement bouché et d'une étuve à 50°. On a soin de chasser l'aldéhyde avant la saponification : cette précaution est indispensable, sinon il y a formation de résine. La diméthylaniline est enlevée par un courant de vapeur d'eau : la base est purifiée par plusieurs cristallisations dans la ligroïne, et finalement dans l'alcool ordinaire. On obtient 70 pour 100 de rendement du poids de la diméthylaniline employée.

» Le tétraméthyldiamidodiphényléthane a l'aspect d'une masse blanche parfaitement cristallisée sous forme de lamelles fondant à 68°-69°. Insoluble dans l'eau, il se dissout dans l'alcool, l'éther, la ligroïne, le chloroforme et dans tous les acides étendus avec lesquels il donne des sels bien cristallisés. A l'air, il finit par se teinter de rouge, probablement par suite d'une transposition intra-moléculaire.

» *Analyse.* — Le produit, séché deux jours dans le vide sur l'acide sulfurique, a donné à l'analyse des résultats qui correspondent à la formule $C^{18}H^{24}Az^2$.

» *Cryoscopie.* — Comme dissolvant, on a employé le bromure d'éthylène. 1^{gr},3203 de substance, dissous dans 62^{gr},50 de bromure d'éthylène, a donné un abaissement de 0°,91. En appliquant la formule, on trouve pour poids moléculaire :

$$M = 119 \times \frac{1,3203 \times 100}{6,25 \times 0,91} = 276.$$

Théorie, pour $C^{18}H^{24}Az^2$...... $= 268$.

» *Chloroplatinate.* — Le chloroplatinate de la base s'obtient avec la plus grande facilité. Ce sont de petits prismes orangés, peu solubles dans l'eau et l'acide chlorhydrique étendu. Il fond en se décomposant vers 210°-211°.

» *Dosage du platine.* — 0^{gr},3156 de substance séchée à 100° ont donné 0^{gr},090 de platine.

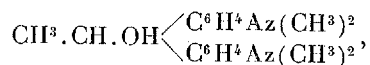
	Trouvé.	Théorie pour $C^{18}H^{24}Az^2.2HClPtCl^4$.
Platine............	28,51	28,76

» *Oxydation.* — En dissolvant la base dans de l'acide acétique et en oxydant par le bioxyde de plomb, on obtient une belle coloration bleue tirant sur le vert. Si l'on chauffe à l'ébullition, elle disparaît peu à peu, et elle ne peut être régénérée. Ce phénomène est essentiellement différent de celui qui est fourni dans les mêmes conditions par le tétraméthyldiamidodiphénylméthane [1]. Si l'on dissout, en effet, cette dernière substance dans l'acide acétique, et si l'on oxyde par le bioxyde de plomb, la coloration bleue ne tarde pas à disparaître à froid, mais elle reparaît à l'ébullition avec une grande intensité.

---

[1] Cette curieuse réaction du dérivé tétraméthylé du diamidodiphénylméthane fait l'objet d'une étude spéciale.

» Pour obtenir le dérivé oxydé



$$CH^3.CH.OH\begin{cases}C^6H^4Az(CH^3)^2\\C^6H^4Az(CH^3)^2\end{cases},$$

il faut avoir soin d'opérer à basse température.

» A cet effet, on dissout la base dans l'acide acétique et l'on oxyde avec la quantité théorique de bioxyde de plomb. L'acide acétique et le bioxyde de plomb sont additionnés de glace pilée : la température ne dépasse pas 5°.

» Le sel plombique est décomposé par le sulfate de soude; la combinaison oxydée est purifiée par la soude à chaud, qui enlève les dernières traces de plomb. On obtient une poudre amorphe qui se dissout dans l'acide acétique avec une belle coloration bleue, légèrement verte.

» Le dérivé oxydé peut être considéré comme l'intermédiaire entre le tétraméthyldiamidobenzhydrol et la base du vert malachite. Comme tel il donne, avec l'acide acétique, une coloration bleue instable, mais il ne peut plus se condenser.

» Pour le démontrer, je l'ai chauffé en présence d'un acide avec de l'aniline et de la diméthylaniline; il ne s'est formé aucune matière colorante. Ce résultat est conforme à la théorie.

» Le tétraméthyldiamidodiphényléthane dissymétrique est susceptible de donner une foule de dérivés qui sont actuellement étudiés. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur le sucre réducteur et inversible des tiges de maïs, après enlèvement de l'épi lors de sa formation.* Note de MM. **C. Istrati** et **G. Oettinger** (¹).

« Dans une Note précédente, nous avons vu de quelle façon varie la quantité de sucre réducteur et inversible dans différentes variétés de maïs.

» Nous avons pensé que la valeur sucrière de la tige augmenterait de beaucoup en faisant végéter la plante après lui avoir enlevé l'épi au moment de sa formation.

» Le Tableau I ci-joint donne les résultats obtenus avec des tiges avec et sans épis.

» Le poids de la tige, la densité du jus, la teneur en matière sèche et la teneur en matière réductrice ou inversible augmentent toujours dans les plantes sans épis, de manière que, dans les tiges vertes, après quatre-vingt-quinze jours de végétation, on

---

(¹) Travail fait au laboratoire de Chimie organique de l'Université de Bucarest. Le travail sera publié *in extenso* dans le n° 3 du *Bulletin de la Société des Sciences de Bucarest.*

TABLEAU I.

	Jours de végétation.	Poids de 10 tiges.	Poids du jus pour 100.	Densité à 15°.	Pouvoir rotatoire avant invers.	Pouvoir rotatoire après invers.	Sucre réducteur pour 1000cc de jus avant invers.	Sucre réducteur pour 1000cc de jus après invers.	Sucre réducteur contenu dans 10 tiges avant invers.	Sucre réducteur contenu dans 10 tiges après invers.	Sucre réducteur contenu dans 100 parties de tiges vertes avant invers.	Sucre réducteur contenu dans 100 parties de tiges vertes après invers.	Sucre réducteur contenu dans 100 parties de matière sèche avant invers.	Sucre réducteur contenu dans 100 parties de matière sèche après invers.	Matière sèche pour 100 part. de tiges.
I.	79 $\frac{3}{4}$	3516,0 gr	59,138	1,0233	+0°,781	−0°,731	8,900	15,339	15,9878	26,9760	0,5133	0,8663	4,868	8,116	10,45
II avec épis	94	2080,0	49,40	1,037	+4,687	−1,637	10,647	39,421	14,1716	47,7820	0,5396	1,8881	3,104	11,003	16,94
II sans épis	94	2852,0	47,04	1,050	+9,026	−2,580	10,199	60,245	13,2072	70,2543	0,4576	2,6798	2,347	13,124	20,63
III avec épis	maturité complète	766,9	»	1,0014	+0,231	−0,367	0,220	1,008	15,365	70,689	1,9320	8,6195	2,216	9,512	91,09
III sans épis	maturité complète	965,3	»	1,0016 (1)	+0,380	−0,373	0,285	1,465	19,525	99,204	1,9950	10,7617	2,207	11,945	90,04

TABLEAU II.

Numéros d'ordre.	Noms des variétés.	Sucre inversible dans 100 parties de tiges sèches avec épis.		Sucre inversible dans 100 parties de tiges sèches sans épis.	Numéros d'ordre.	Augmentation ou diminution.
I.	Seckel	16,690	>	9,170	VII.	1 ← 1,84
II.	Variété mûre le 1er juillet	14,300	>	7,856	XI.	1 ← 1,82
III.	Américain. IIe génération	13,322	>	9,689	V.	
IV.	Roumain, variété indigène	10,565	<	11,063	III.	
V.	Roi Philippe	10,264	<	4,028	XIV.	
VI.	Dent de cheval, blanc	7,573	>	6,454	XII.	
VII.	Hongrois de Drcher	6,162	>	5,276	XIII.	
VIII.	Variété à tiges rouges	6,004	<	11,053	IV.	
IX.	Champ de Longfellow	3,755	<	9,250	VI.	
X.	Américain. Ie génération	2,836	<	15,676	I.	1 → 5,5
XI.	Orangé d'Italie	2,644	<	8,602	IX.	
XII.	Dent de cheval, jaune	1,406	<	3,976	XV.	
XIII.	Alesuter	1,344	<	11,778	II.	1 → 8,76
XIV.	Blacksugar	1,317	<	8,467	X.	
XV.	Hongrois, jaune	1,098	<	9,162	VIII.	1 → 8,35

(1) Volume = 7000cc.

arrive après inversion à avoir 2,68 pour 100 de sucre réducteur, au lieu de 1,89 pour 100 pour les tiges avec épis.

» De même, pour les tiges sèches, on va de 8,62 pour 100, pour celles qui ont l'épi, à 10,76 pour les tiges sans épis, après inversion.

» Sur quinze variétés étudiées à ce point de vue, dix fois la quantité de sucre inversible augmente et, pour la variété *Alesuter*, elle va de 1 à 8,75. Il n'y a que cinq variétés, et ce sont justement les plus sucrières à l'état normal, dans lesquelles la quantité de sucre inversible diminue; la plus grande perte se présente dans la variété *Seckel*, où elle diminue de 1,84 à 1 après ablation de l'épi.

» Le Tableau II donne les valeurs de ces différents rapports.

» Il en résulte qu'on a tout avantage à cultiver les quatre premières variétés, par le fait que non seulement leur tige contient une quantité plus grande de sucre inversible, mais que ces tiges si riches proviennent de plantes ayant déjà fourni leur récolte en grains. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur l'absorption de l'iode par la peau et sa localisation dans certains organes.* Note de M. F. **Gallard**, présentée par M. Armand Gautier [1].

« Au cours d'études entreprises sur l'absorption cutanée, j'ai été amené à rechercher le mode de pénétration de l'iode dans l'organisme. La peau absorbe-t-elle l'iode d'une solution, aqueuse ou alcoolique, avec laquelle elle est mise en contact? La question n'est pas nouvelle, mais les réponses sont jusqu'ici restées contradictoires. La théorie la plus généralement admise est celle qui reconnaît, en partie, à la peau un pouvoir absorbant, mais qui explique par une désorganisation préalable du tégument externe la pénétration des sels dissous (Paul Bert, Rabuteau, etc.). Cependant, de récentes recherches de MM. Linossier et Lannois tendent à prouver que l'altération superficielle de la surface cutanée serait plutôt un obstacle qu'une cause favorisante à l'absorption de l'iode.

» Mes expériences ont porté sur des solutions aqueuses d'iodure de sodium. J'ai pris comme sujets d'expérience des lapins et j'ai employé le dispositif suivant :

» Le lapin était attaché par ses quatre pattes sur une planche largement perforée

---

[1] Travail du laboratoire de M. Armand Gautier à la Faculté de Médecine de Paris. Je suis heureux de remercier ici M. le professeur A. Gautier, ainsi que M. Bourcet, son préparateur, des conseils qu'ils m'ont prodigués, conseils grâce auxquels je puis donner dans ce Mémoire des dosages de grande précision (F. G.).

en son centre d'un trou ovale dans lequel pouvait s'engager la région épigastrique (préalablement tondue et non rasée) de l'animal, transversalement pressé sur le dos. Le ventre seul était baigné sur une étendue représentant à peu près la neuvième partie de la surface cutanée; j'évitais ainsi tout contact des muqueuses avec la solution iodurée. Je donnais des bains de trente minutes à 36° C., qu'on renouvelait chaque jour, autant que possible à la même heure. Après le bain, l'animal était lavé à l'eau tiède, jusqu'à ce que les eaux de lavage ne présentent plus aucune réaction iodée; puis il était essuyé et reporté dans sa cage, située dans un autre corps de bâtiment. A l'aide d'un double fond étamé les urines étaient recueillies toutes les vingt-quatre heures.

» Un des lapins A mourut accidentellement au cours de l'expérience; il n'avait alors pris que cinq bains : trois à 1,5 pour 100 et deux à 3 pour 100. Le second lapin B prit, en vingt-trois jours, vingt bains : cinq à 1 pour 100, deux à 3 pour 100, treize à 5 pour 100. Je lui laissai, à trois reprises différentes, un jour de repos; sa peau ne présentait ni éruptions, ni excoriations.

» Je dosai l'iode dans les urines de chaque jour ainsi que dans les organes de cet animal par le procédé colorimétrique décrit dans ce Volume [1].

» Voici mes résultats :

I. *Lapin A.* — Mort accidentellement après cinq bains.

	Poids de l'urine ou de l'organe.	Quantité totale d'iode.	Quantité d'iode par 100gr de substance fraîche.
	gr	mgr	mgr
Urine (Veille de la mort)	220	0,743	0,340
Cœur et poumons	30	0,080	0,267
Foie	130	0,133	0,100
Reins et rate	40	0,070	0,175

» II. *Lapin B* (2160gr). — Ayant pris 20 bains; sacrifié 24h après le dernier bain.

a. Alimentation normale herbacée.

Dates.		Époques de l'émission des urines.	Quantité de l'urine des 24 heures ou poids de l'organe.	Quantité totale d'iode trouvée.	Quantité d'iode par 100gr de substance fraîche.
			gr	mgr	mgr
8 janvier.	7e bain à 3 °/0	8 au 9	300	0,856	0,205
9 »	Repos	9 au 10	250	0,723	0,290
10 »	Repos	10 au 11	175	0,332	0,190
11 »	8e bain à 5 °/0	11 au 12	300	2,932	0,977

---

[1] Voir A. Gautier, séance de l'Académie des Sciences du 13 mars 1899, et la variante que M. Bourcet en donne aujourd'hui (p. 1120).

Dates.			Époques de l'émission des urines.	Quantité de l'urine des 24 heures ou poids de l'organe.	Quantité totale d'iode trouvée.	Quantité d'iode par 100gr de substance fraîche.
				gr	mgr	mgr
12	»	9e bain à 5 %.	12 au 13	perdue	»	»
13	»	10e bain à 5 %.	13 au 14	220	2,664	1 210
14	»	11e bain à 5 %.	14 au 15	225	0,880	0,391
15	»	12e bain à 5 %.	15 au 16	310	1,277	0,412
16	»	Repos........	16 au 17	310	1,783	0,575
17	»	13e bain à 5 %.	17 au 18	280	perdue	perdue
18	»	14e bain à 5 %.	18 au 19	370	1,832	0,495
19	»	15e bain à 5 %.	19 au 20	470	2,350	0,500
20	»	16e bain à 5 %.	20 au 21	500	8,736	1,747

b. Suppression des légumes herbacés. Alimentation amylacée et régime sec.

21	»	17e bain à 5 %.	21 au 22	70	3,050	4,357
22	»	18e bain à 5 %.	22 au 23	140	5,800	3,630
23	»	19e bain à 5 %.	23 au 24	70	4,080	6,857
24	»	20e bain à 5 %.	24 au 25	40	2,856	7,140
25	»	Sacrifice......	»	»	»	»

c. Organes.

Sang..........................	105	0,667	0,635
Cœur et poumons................	22	0,200	0,910
Glandes du cou.................	20	0,100	0,500
Foie...........................	96	0,465	0,485
Reins et rate..................	24	0,067	0,280
Cerveau et cervelet............	12	0,465	3,860

» De ce Tableau il résulte que : 1° le taux de l'iode augmente dans les urines, non par gradation régulière, mais par poussées successives aboutissant à de véritables décharges (les 13-14 et 20-21 janvier); 2° l'alimentation joue un rôle important dans ce phénomène; le remplacement du régime végétal ordinaire par un régime sec et amylacé produit une élévation considérable du pourcentage de l'iode; 3° la grande quantité d'iode trouvée dans le cerveau (3^{mgr}, 86 pour 100), et aussi dans les glandes, indique une élection spéciale des organes riches en phosphore et composés nucléiniques.

» Pour répondre d'avance à l'objection possible que les quantités d'iode trouvées avaient pu pénétrer dans l'organisme par les voies aériennes, je complétai mes expériences en me servant d'un troisième lapin C, ne prenant pas de bain. Il fut installé

dans la pièce où les autres prenaient le leur et pendant tout le temps qu'ils y restaient. Il fut sacrifié le même jour que le lapin B.

Lapin C (2160^{gr}) servant de témoin et n'ayant pas pris de bains.

Urines.	Poids de l'urine des 24 heures ou des organes.	Quantité totale d'iode.	Quantité d'iode pour 100^{gr} de substance fraiche.
	gr	mgr	mgr
8 janvier	140	0,033	0,025
12 »	170	0,067	0,040
18 »	140	0,067	0,048
22 »	180	0,167	0,082
24 »	130	0,135	0,104
Organes.			
Sang	95	0,400	0,420
Cœur et poumons	20	0,100	0,500
Foie	75	0,100	0,133
Reins et rate	20	0,030	0,150
Cerveau et cervelet	18	0,200	1,100

» On peut, croyons-nous, tirer de ces expériences les conclusions suivantes :

» 1° La peau saine se laisse pénétrer par des iodures en dissolution dans l'eau, et l'iode qui passe ainsi dans l'organisme peut être retrouvé et dosé dans les urines et dans les viscères;

» 2° L'alimentation joue un rôle important dans l'élimination du métalloïde;

» 3° L'iode semble avoir une prédilection pour certains organes, le cerveau, par exemple; il s'y fixe dans des proportions assez considérables pour permettre de supposer une action élective de cet élément. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherche et dosage colorimétrique de petites quantités d'iode dans les matières organiques.* Note de M. **Paul Bourcet** [1], présentée par M. Armand Gautier.

« La matière dans laquelle on veut rechercher l'iode est, suivant sa nature, finement hachée ou pulvérisée, humectée avec une solution diluée de potasse entièrement

(1) Travail fait au Laboratoire de M. Armand Gautier (Faculté de Médecine de Paris).

exempte d'iode et desséchée à l'étuve à 100°. La masse sèche est de nouveau finement pulvérisée, puis fondue avec de la potasse pure dans une capsule de nickel.

» La fusion terminée, on laisse refroidir la masse, qu'on épuise par l'eau distillée bouillante jusqu'à ce que l'eau de lavage filtrée ne soit plus sensiblement alcaline. La liqueur ainsi obtenue est réduite par évaporation à la moitié de son volume primitif. A la liqueur froide, on ajoute peu à peu de l'acide sulfurique pur étendu de cinq fois son poids d'eau distillée, en évitant tout échauffement et refroidissant au besoin le vase dans lequel s'effectue la saturation. Quand la liqueur est neutre, on y verse quelques gouttes de solution de potasse sans iode pour la rendre alcaline et on l'additionne lentement et en agitant de la moitié de son volume d'alcool à 95°. La majeure partie du sulfate de potasse se précipite alors à l'état de poudre fine qu'on essore à la trompe et lave à l'alcool à 30 pour 100 qui entraîne les eaux-mères dont elle est imprégnée. Le liquide filtré est évaporé au tiers de son volume primitif et additionné, quand il est refroidi, d'alcool à 90°. Une nouvelle quantité de sulfate de potasse se précipite, qu'on essore et lave avec de l'alcool à 30 pour 100 comme précédemment. En renouvelant plusieurs fois la concentration des liqueurs filtrées et leur précipitation par l'alcool, on finit par éliminer tout le sulfate de potasse, ou à peu près, alors que l'iode, s'il y en a, se concentre dans les liqueurs alcalines solubles dans l'alcool.

» Les dernières liqueurs ainsi obtenues sont évaporées à sec dans une capsule de nickel ou de porcelaine et le résidu soumis à un léger coup de feu qui achève de détruire le peu de matières organiques qui pouvaient encore s'y trouver.

» On laisse refroidir, on reprend par le minimum d'eau distillée chaude, on filtre, et c'est dans les quelques centimètres cubes de liqueur ainsi obtenue qu'on déplace l'iode par les vapeurs nitreuses en présence de sulfure de carbone et qu'on le dose colorimétriquement suivant la technique indiquée par M. Rabourdin, puis par M. Nicloux.

» Nous nous sommes assuré que par cette méthode on pouvait retrouver la totalité de l'iode ajoutée à une matière organique azotée ou non et non iodée.

» C'est ainsi, par exemple, que, prenant deux échantillons de sucre exempt d'iode, pesant 100gr chacun et additionnant l'un de $\frac{1}{30}$ de milligramme et l'autre de $\frac{2}{30}$ de milligramme d'iode à l'état d'iodure alcalin, nous nous sommes aperçu, après les avoir traités suivant la méthode que nous venons d'indiquer, que le résidu du second échantillon de sucre contenait une quantité d'iode double par rapport au résidu du second et que, colorimétriquement, celui-ci répondait à une liqueur où nous avions dissous d'avance $\frac{1}{30}$ de milligramme d'iode.

» Cette méthode de recherche et de dosage de l'iode nous a permis de déterminer de faibles quantités d'iode dans un certain nombre de substances alimentaires dont les poids variaient entre 50 grammes et 1 kilogramme. Nos déterminations qualitatives et quantitatives de l'iode dans les aliments habituels faisant l'objet d'un travail d'ensemble, nous nous en réservons la continuation.

» Voici pour aujourd'hui, à titre d'exemple, les résultats auxquels nous sommes arrivé pour quelques poissons.

	Iode par kilogr. (mgr)		Iode par kilogr. (mgr)
Clupea harengus hareng fumé, œufs.	0,8	*Crangon vulgaris* (crevettes)......	0,7
» » laitance.	0,6	*Littorina littorea* (bigorneaux).....	0,75
» » entier..	1,7	*Alburnus lucidus* (ablette).........	0,6
» » entier..	1,8	*Anguilla vulgaris* (anguille).......	0,8
» » entier..	2,0	*Esox lucius* (brochet)..............	0,3
Gryphea arcuata (huîtres portugaises)	1,3	*Leuciscus rutilus* (gardon carpé)....	1,2
Raja clavata (raie fraîche).........	0,2	*Gobio fluviatilis* (goujons).........	0,12
Merlangus vulgaris (merlan)......	0,3	*Abramis brama* (brême)...........	1,2
Scomber scombrus (maquereau)....	0,3	*Lotta vulgaris* (lotte)..............	0,8
Alosa sardina (sardine salée).......	0,6	*Salmo salar* (saumon, tête).........	1,4
Trigla cuculus (faux rouget).......	1,2	*Truita marina* (truite saumonnée)..	0,1
Mytilus edulis (moules)............	1,9	*Cyprinus carpio* (carpe)...........	0,6
Gadus morrhua (morue salée)......	1,2	*Leuciscus cephalus* (chevenne)......	0,07
Merlangus carbonarius (colin-*tripes*)	2,4	*Chondostromum nasus* (mulet).....	0,6
» (colin-*chair*).	0,9	*Bolva vulgaris* (lingue)............	1,2

» Nous avons fait un grand nombre d'autres déterminations qui nous conduisent à des déductions générales que nous ferons connaître plus tard. »

MÉDECINE. — *Traitement électrique de la goutte.* Note de M. **Th. Guilloz**, présentée par M. d'Arsonval.

« Un double problème thérapeutique s'impose si, avec M. Bouchard, on envisage la goutte comme une auto-intoxication consécutive à un ralentissement de la nutrition entraînant des altérations des tissus, particulièrement des jointures, reconnaissant pour cause immédiatement tangible un dépôt de composés uratiques.

» Il convient d'augmenter l'activité nutritive des tissus en les poussant à accomplir, jusqu'à ses termes normaux, leur cycle trophique sans s'arrêter à des produits intermédiaires de désassimilation nuisibles par leur toxicité propre ou par leur insolubilité dans le milieu organique.

» Il convient aussi de dissoudre et d'éliminer les déchets existants tout en favorisant, par augmentation de la circulation locale, la réparation des désordres qu'ils ont déjà provoqués.

» J'ai d'abord cherché, comme Édison, Labatut, une action locale par transport électrolytique de lithium au niveau des jointures atteintes, mais en employant des courants plus intenses allant jusqu'à 150 à 200 milliampères et passant pendant vingt à trente minutes. J'ai observé que les gout-

teux ainsi traités, sans changement dans leur régime, maigrissaient en même temps qu'ils accusaient une amélioration de leur état général. Pensant alors à une action trophique globale du courant continu, j'ai appliqué systématiquement ce courant à d'autres ralentis de nutrition, aux obèses. J'ai pu obtenir chez certains sujets, sans changement de régime alimentaire et dynamique, un amaigrissement allant de 10^{kg} à 15^{kg} avec une moyenne de 1^{kg} par semaine. Les urines n'ont donné aucune augmentation de déchets azotés (dosages d'urée, d'azote total), ce qui prouve que le muscle n'est pas altéré et que le maigrissement se fait aux dépens des graisses et hydrocarbonés, preuve d'une nutrition suractivée.

» J'ai examiné et je reviendrai bientôt sur ce point : l'action des autres modalités électriques sur l'activité de la nutrition.

» Je dirai seulement que, dans l'application des courants à haute fréquence, et en prenant l'obèse comme réactif, la méthode d'autoconduction de M. d'Arsonval m'a seule donné des résultats. Un obèse, qui avait maigri par le courant continu, engraissa sous l'action directe du courant à haute fréquence qui, au bout de quelques jours fut même appliqué journellement pendant deux heures avec une intensité de 300 à 350 milliampères, mesurée par une lampe de 30 volts en série avec lui. Ce même malade diminua par les courants d'autoconduction, engraissa à nouveau quand il fut soumis directement au courant à haute fréquence, diminua par les courants continus, etc.

» Le traitement électrique de la goutte, tel que je l'ai appliqué à 75 malades, consiste en un transport électrolytique de lithium au niveau des jointures atteintes et dans l'application des courants de haute fréquence par auto-conduction. L'action thérapeutique est locale (transport de lithium) et générale (augmentation de l'activité de nutrition). Celle-ci est due aux courants d'autoconduction, mais aussi à l'*action propre du courant continu intense* (150 à 200 milliampères, $d = 1$) et de longue durée qui sert de vecteur au médicament.

» Les accès traités dans leur période aiguë avortent rapidement et ne laissent pas de reliquats après leur disparition. Les empâtements articulaires chroniques se dissipent après un nombre de séances variable de 4 à 5, de 25 à 30, à moins toutefois qu'ils ne s'accompagnent d'ostéite chronique, reconnaissable à la fluoroscopie par la teinte blanchâtre des régions atteintes de l'os.

» Ce traitement n'apporte pas seulement aux douleurs un soulagement, à l'impotence des membres une restauration fonctionnelle plus ou moins complète; il modifie profondément l'état général. C'est ainsi que l'un des

résultats les plus fréquents signalés par les goutteux chroniques consiste dans la bien moins grande durée et la moins grande douleur des accès qu'ils ont pu avoir après leur tratiement.

» Ce même traitement, appliqué à des cas de rhumatisme chronique déformant, n'a pas donné de résultats satisfaisants.

» Enfin, des dosages des composés xantho-uriques (procédé Denigès), faits avant, pendant et après le traitement, n'ont pas montré de grandes variations dans l'élimination de l'acide urique, et il ne m'a pas été possible de rapporter les variations observées à quelque cause que ce soit. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les causes et les variations de la rigidité cadavérique.* Note de M. A. Lacassagne et Étienne Martin, présentée par M. Bouchard.

« La constance de la rigidité cadavérique, son apparition dans des conditions toujours identiques, nous ont fait penser que les mêmes causes agissaient fatalement sur tous les cadavres et déterminaient ce phénomène de la rigidité des muscles.

» Au moment de la mort, quand la circulation s'arrête, le corps reste soumis aux lois physiques. Le premier effet de la pesanteur est de créer dans le cadavre une sorte de courant de haut en bas (circulation *post mortem* de Brouardel) qui enlève successivement à tous les tissus une partie de leur liquide nourricier, modifie, puis détruit la composition chimique cellulaire. Telle est la cause de la formation aux parties déclives des *lividités cadavériques*. La déshydratation cause la désorganisation de la cellule musculaire et crée la réaction chimique qui va déterminer la rigidité.

» Nous le démontrerons par les expériences suivantes :

» 1° Dans les membres œdématiés on a observé que la rigidité était moins marquée que dans les membres sains. Mais si, comme nous l'avons fait, on permet à la sérosité de s'échapper et à la filtration de haut en bas de s'établir, la rigidité se montre comme à l'ordinaire.

» 2° Il est possible de produire une déshydratation rapide et par conséquent une rigidité précoce. Pour cela, nous maintenons fortement serrée une bande d'Esmarck appliquée de l'extrémité à la racine d'un membre d'homme ou d'animal aussitôt après la mort. Sur ce membre, la rigidité survient plus tôt que dans le membre opposé. De même un muscle isolé soumis à une compression entre très rapidement en rigidité.

» 3° Si, immédiatement après la mort, on met un cadavre dans une position telle

que, sous l'influence de la pesanteur, les liquides s'accumulent dans certains muscles, la déshydratation se fait plus lentement et ces muscles sont les derniers à entrer en rigidité. Sur un cadavre mis la tête en bas et les pieds en haut, on voit la rigidité débuter par les membres inférieurs. Sur les corps d'individus ayant succombé à une mort violente et dont les membres se trouvaient à des attitudes diverses, nous avons toujours observé que la rigidité commençait par les membres qui étaient placés sur le plan le plus élevé.

» La loi de Nysten est exacte parce qu'elle a été établie sur des cadavres observés dans le décubitus dorsal. Dans cette situation, les muscles de la mâchoire, les sterno-mastoïdiens, les muscles de la sangle abdominale deviennent nécessairement rigides les premiers et presque en même temps. L'apparition de la rigidité dans les bras ou les jambes varie avec la position que conservent ces membres après la mort.

» 4° Les déshydratants chimiques nous ont donné des résultats concordants.

» Des injections dans les vaisseaux, de 2^{cc} à 10^{cc}, suivant les cas, d'une solution de chlorure de calcium, de chloroforme, d'éther, d'alcool absolu, nous ont permis de créer des rigidités immédiates sur les cadavres d'animaux et dans les groupes musculaires où nous voulions faire naître cette rigidité.

» 5° On sait par l'expérience de Sténon qu'il suffit de faire une ligature de l'aorte pour voir se développer petit à petit la rigidité dans les muscles privés de circulation.

» Les circulations artificielles pratiquées avec du sang sur les membres inférieurs des suppliciés (Brown-Séquard), avec du sérum artificiel sur les animaux (Richet, Fische et nous-mêmes), montrent que l'on peut retarder l'apparition de la rigidité cadavérique.

» La rigidité est donc le premier terme de la désagrégation de la cellule musculaire. Elle survient fatalement dans un muscle privé de circulation et soumis aux lois immuables de la pesanteur qui produisent la déshydratation de la cellule musculaire et la précipitation des matières albuminoïdes. L'ordre d'envahissement de la rigidité a jusqu'ici paru systématisé sur les cadavres humains observés la plupart du temps dans le décubitus dorsal. Mais on peut modifier son apparition et sa marche par des changements d'attitude, des injections de liquides déshydratants dans les vaisseaux. Il en est de même lorsqu'il y a eu saignée à blanc, mort par la chaleur extérieure, mort par surmenage, etc., c'est-à-dire dans toutes les conditions qui produisent une déshydratation précoce du tissu musculaire. »

ZOOLOGIE. — *Sur la structure des glandes anales des Dytiscides et le prétendu rôle défensif de ces glandes.* Note de M. **Fr. Dierckx**, présentée par M. Edmond Perrier. (Extrait.)

« Les glandes anales du *Dytiscus* ont été plusieurs fois étudiées. Jusqu'ici, pourtant, leur description anatomique est demeurée incomplète, et, selon nous, leur véritable rôle physiologique a été méconnu.

» I. Anatomie. — L'anatomie de ces glandes a été l'objet de recherches de la part de Dufour (1828), de Meckel (1846), de M. Leydig (1859), de M. Bordas (*Comptes rendus,* 20 juin 1898).

» J'ai publié moi-même les résultats de mes recherches, dans les *Annales de la Société scientifique de Bruxelles,* t. XXIII, p. 18, tels que je les ai exposés le 27 octobre 1898 :

» En coupe transversale, on trouve, sous la membrane péritonéale (la *propria*), les cellules actives, d'ordinaire au nombre de deux sur un même rayon. Toutes les deux ont une vésicule intracellulaire; mais, dans la cellule la plus voisine du canal axial, la vésicule est sphérique et magnifiquement radiée. Son centre est occupé par une ampoule volumineuse à paroi très réfringente, d'où part le canalicule excréteur. Dans la cellule la plus externe, les vésicules ont deux, trois, quatre lobes radiés, où se ramifient les canalicules. Ici, pas d'ampoule centrale. Il y a, entre ces deux types de vésicules, des formes intermédiaires et combinées. Le canal de drainage où débouchent les canalicules est limité par une cuticule épaisse plissée, contre laquelle se trouvent blottis les petits noyaux correspondants. Des noyaux plus petits, épars dans la masse glandulaire, nous portent à croire que chaque cellule sécrétante est séparée de la voisine par une poche conjonctive.

» M. Bordas (*Comptes rendus,* 17 avril 1899) adopte finalement la manière de voir de Meckel et de M. Leydig, qu'il m'a suffi de préciser.

» Ces tubes, dit-il, présentent : 1° une membrane enveloppante externe; 2° une *puissante couche glandulaire,* formée par deux ou trois assises de grosses cellules polygonales; et enfin : 3° une *intima chitineuse* interne, irrégulière et plissée, limitant un étroit lumen central.

» Rien n'indique que M. Bordas ait entrevu les différenciations protoplasmatiques fonctionnelles si remarquables qui font de la glande du *Dytiscus* l'un des types les plus beaux des glandes unicellulaires.

» II. Physiologie. — Dufour, Meckel, MM. Leydig, Künckel d'Herculais

et d'autres croient que les glandes anales des *Dytiscides* servent à écarter leurs ennemis. Pour M. Bordas, elles sont peut-être des organes d'excrétion et, *en tous cas, des organes de défense* (*Comptes rendus*, p. 1825; 1898).

» L'observation attentive du *Dytiscus marginalis L.* me laisse la conviction que les organes en question ont, en réalité, un tout autre rôle.

» 1° La glande anale du *Dytiscus* n'est pas un appareil de défense.

» *a.* Le produit sécrété, *prélevé par dissection dans le réservoir,* est d'odeur agréable, *éthérée;* il est *pâteux* et tombe *en masse* au fond de l'eau. Ses caractères physiques et chimiques le rapprochent fort des huiles et des graisses.

» *b.* Le réservoir est faiblement musclé; le canal excréteur long, tortueux, de faible section; le pore de décharge très petit. Par le fait même, toute expulsion brusque du liquide ou plutôt de la *pâte* glandulaire est impossible. En fait on ne l'observe jamais. Après excitation prolongée et compression violente de l'abdomen débarrassé des élytres, nous avons souvent, à la dissection, trouvé le réservoir rempli.

» 2° Le véritable appareil défensif du *Dytiscus* est la poche rectale.

» *a.* Le rectum, très volumineux et très élastique, se termine antérieurement en cæcum; il est normalement distendu par de l'eau chargée de gaz et de matières excrémentitielles.

» *b.* Quand l'insecte est inquiété, il vide la poche rectale avec violence, et parfois, hors de l'eau, avec projection. De là, l'odeur d'hydrogène sulfuré au moment où la main saisit un Dytique; de là aussi le léger trouble produit dans un ruisseau limpide.

» 3° La glande anale du *Dytiscus* est destinée à faciliter la fonction respiratoire.

» *a.* En principe, le *Dytiscus* peut respirer comme les Coléoptères terrestres, puisqu'il a une paire de stigmates sur chacun des somites antérieurs au pygidium. La surface concave du dos et les élytres convexes constituent un excellent réservoir d'air, pourvu que l'eau ne fasse pas irruption.

» *b.* En fait, l'eau forme un ménisque *convexe* sur tout le pourtour de l'abdomen et surtout dans la région anale. Elle ne mouille pas davantage ni la surface interne des élytres, ni les ailes membraneuses, ni le tégument dorsal duveteux.

» *c.* Tous ces organes sont normalement graissés, et le maniement fréquent des Dytiques m'autorise à dire que l'odeur de la graisse l'identifie avec le produit de sécrétion de la glande en question.

» *d.* Ce produit fait donc probablement *tache d'huile.* Les frottements incessants dus aux mouvements désordonnés des Dytiques et à la manœuvre périodique de la dernière paire de pattes armées de brosses assurent d'ailleurs le transport de la substance grasse jusqu'aux différentes pièces de la chambre respiratoire [1]. »

---

(1) Cette Communication est extraite d'une étude comparée des glandes pygidiennes

ZOOLOGIE. — *Sporozoaires du tube digestif de l'Orvet.* Note de M. **Louis Léger.** (Extrait.)

« En examinant le contenu du tube digestif d'un certain nombre d'Orvets (*Anguis fragilis* L.), capturés aux environs de Grenoble, j'ai rencontré constamment, outre de nombreux Flagellés qui vivent plus particulièrement dans la portion terminale de l'intestin, deux sortes de kystes appartenant incontestablement à des Sporozoaires rhabdogéniens.

» Les premiers, petits, ovoïdes, d'environ 18μ de diamètre, sont les ookystes d'une Coccidie appartenant au genre *Coccidium*, comme j'ai pu m'en assurer en suivant leur développement ultérieur. Les seconds, sphériques, de volume très variable, mais toujours assez gros, de 80μ à 150μ, renferment une grande quantité de sporocystes naviculaires, en parfait état de maturité et contenant chacun huit sporozoïtes. Il n'est pas douteux que ce soient là des kystes de Grégarines....

» ...Je crois devoir conclure de mes observations :

» 1° Que les germes des Sporozoaires cœlomiques peuvent gagner l'extérieur à la suite de l'ingestion de leur hôte par un animal carnassier, et après avoir traversé impunément le tube digestif de ce dernier ;

» 2° Que, pendant ce passage à travers le tube digestif de l'animal vorace, les germes, non seulement ne subissent aucune altération de la part de ce dernier, mais, au contraire, achèvent leur complet développement et atteignent une maturité parfaite. Ils sont donc, à leur sortie, éminemment aptes à infecter de nouveaux individus. »

ZOOLOGIE. — *Des variations quantitatives du plankton dans le lac Léman.* Note de M. **Émile Yung**, transmise par M. de Lacaze-Duthiers.

« Nous avons pratiqué, durant l'année 1898, à peu près tous les quinze jours, des pêches méthodiques du plankton dans les eaux du Léman, en vue de déterminer ses variations quantitatives.

---

chez les Carabides et les Dytiscides (*La Cellule*, 1899; t. XVI), qui paraîtra prochainement.

» Ces pêches *verticales* ont été faites au moyen du filet Apstein ([1]), petit modèle, au nombre de cent trente, représentant environ cinq cents coups de filet. Elles ont eu lieu au large, en deux stations : près de Genève, sur un fond de 30^m, et en face de Montreux ([2]), sur un fond de 130^m. Le plankton récolté était immédiatement fixé au formol à 2 pour 100, puis dosé dans de hauts et larges tubes dont l'extrémité inférieure, en forme d'entonnoir, est reliée par un caoutchouc à des éprouvettes graduées en dixièmes de centimètre cube. De pareils tubes offrent l'avantage de pouvoir contenir le produit entier d'une même pêche, qui se dépose peu à peu sur leur fond; on la laisse séjourner au moins vingt-quatre heures, afin d'assurer son tassement.

» Les résultats, ramenés par le calcul à une surface de 1^mq afin de faciliter leur comparaison, sont exprimés sous forme de courbes qui seront publiées ultérieurement. Ils peuvent être résumés dans les propositions suivantes :

» 1° La répartition du plankton n'est point homogène dans les eaux du Léman; elle varie d'une région à l'autre, autant dans le sens horizontal que dans le sens vertical. L'hétérogénéité constatée est la conséquence de la formation d'essaims, en particulier de la part de Crustacés; elle se manifeste par des différences quantitatives entre deux couches d'eau d'égale épaisseur, distantes seulement de quelques mètres. Les migrations verticales des Entomostracés lucifuges ont pour effet de les accumuler dans la profondeur pendant le jour, pour les ramener à la surface pendant la nuit; elles rendent compte des défauts de parallélisme des courbes exprimant la quantité de plankton à diverses profondeurs. Ainsi, lorsque le ciel est sombre, on prend plus de plankton de 0^m à 10^m que de 10^m à 20^m ou 40^m. Quand le soleil brille, c'est exactement le contraire. Ces différences sont surtout frappantes entre les pêches nocturnes et les pêches diurnes.

» 2° Le plankton animal est répandu partout, jusque dans la plus grande profondeur explorée (200^m). Il n'est nullement limité aux couches d'eau superficielles, jusqu'à 30^m ou 35^m, comme le prétend Bruno Hofer pour le lac de Constance, et, conséquemment, son existence n'est point liée à un certain degré d'intensité lumineuse, puisque, selon Forel, la limite d'obscurité absolue pour le chlorure d'argent est à 120^m dans le Léman. J'ai abondamment rencontré, en face de Saint-Gingolph, de 150^m à 200^m, des Cladocères (*Daphnia, Sida*) qui étaient rares ou absents de jour à de moindres profondeurs.

» 3° La quantité du plankton atteint son maximum aux mois de mai (Genève, le 31 mai) et de juin (Montreux, le 18 juin), la température de l'eau superficielle étant de +13°-14°. Elle atteint son minimum aux mois de mars et de septembre. Ici, les courbes de Genève et Montreux ne concordent pas exactement. A Genève, la plus

---

([1]) *Voir* Apstein, *Das Süsswasserplankton*. Kiel, 1896.

([2]) M. le professeur M. Nicollier a bien voulu nous prêter son habile concours pour les pêches faites à Montreux. Nous l'en remercions vivement.

faible quantité de plankton fut pêchée le 13 septembre (temp. $+20°,9$). A Montreux, ce fut les 14 et 30 mars (temp. $+8°$). Toutefois, les courbes obtenues dans les stations s'abaissent beaucoup, aussi bien en mars qu'en septembre. Ces mois, où l'eau est très froide (mars) ou très chaude (septembre), peuvent être considérés comme étant les moins favorables à la multiplication du plankton, laquelle paraît exiger l'eau tiède ($+13°$-$14°$). De mars à mai et juin, les courbes s'élèvent rapidement et assez régulièrement, puis elles retombent en présentant de singulières fluctuations, de mai et juin jusqu'en septembre, époque à partir de laquelle elles s'élèvent de nouveau. Outre le maximum du printemps (mai et juin), il existe un second maximum en automne, inférieur au premier et dont nous ne pouvons préciser la date (novembre ou décembre?), le mauvais temps ayant gêné à cette époque nos pêches verticales, lesquelles exigent une eau parfaitement calme.

» 4° L'expérience que nous avons acquise du filet d'Apstein et les comparaisons auxquelles nous l'avons soumis avec d'autres filets de plus large ouverture nous ont convaincu de ses défauts. Il ne prend, en réalité, qu'une fraction du plankton contenu dans la couche d'eau qu'il explore, car, étant donnés le diamètre relativement faible ($0^m,10$) de son ouverture et l'épaisseur des cordons précédant celle-ci, le *gros plankton* (Crustacés) a le temps de fuir avant l'arrivée du filet. D'autre part, une notable portion du *petit plankton* (Flagellés, Diatomées, Rotateurs, etc.) passe à travers ses mailles ou est rejetée par la bouche du filet, la quantité d'eau qui y entre étant supérieure à celle qui sort par les parois. Ce dernier cas est vrai surtout dans les eaux où abondent les algues mucilagineuses, qui ont bientôt fait d'obstruer la surface filtrante. Le *coefficient de filtration*, imaginé par Heusen pour corriger ces causes d'erreurs, est illusoire dans un lac où la composition du plankton varie d'un mois à l'autre. Les résultats obtenus au moyen d'un instrument aussi défectueux n'ont donc qu'une valeur relative. »

GÉOLOGIE COMPARÉE. — *Chute de météorite récemment observée en Finlande.* Note de M. **Stanislas Meunier.**

« Son Exc. M. Yermoloff, Ministre de l'Agriculture et des Domaines de l'Empire russe, a bien voulu, dans une lettre que je reçois à l'instant, me donner des détails sur un phénomène météoritique des plus remarquables qui a été récemment observé en Finlande.

» Il s'agit de l'apparition, pendant les premiers jours du mois de mars dernier, d'un brillant bolide qui a traversé le ciel d'une vaste région sur le littoral de la mer Baltique. On en a des témoignages de Réval, de Norva, d'Helsingsfors, etc. Après l'explosion, une masse est tombée non loin de de la ville de Borgo, mais en mer, et elle aurait été perdue pour la Science sans des circonstances favorables tout à fait exceptionnelles.

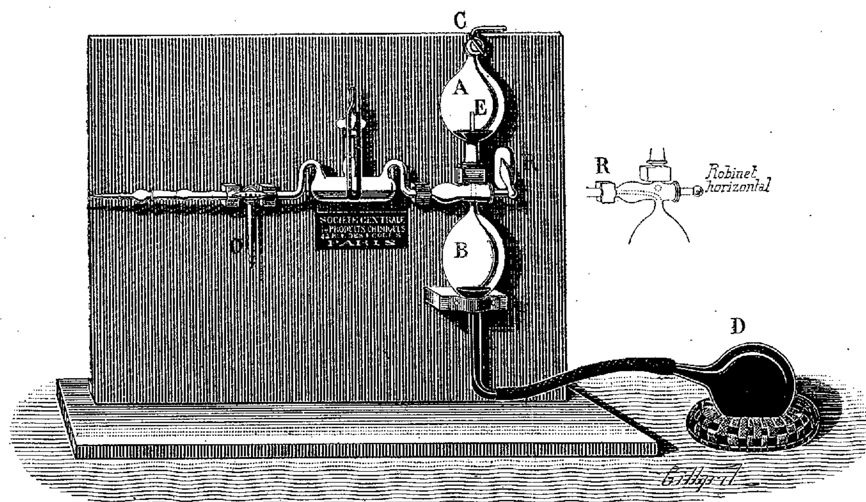
» La mer, en effet, était gelée : la chute du bloc a produit, dans la croûte glacée, un trou de 9^m de diamètre, qui a guidé très efficacement les recherches. On a reconnu la présence d'une météorite fortement enfoncée dans la vase, et, quoiqu'on ne soit pas parvenu encore à la repêcher, on a pu en apprécier le volume et le poids, qui serait de près de 1000^{kg}. Les tempêtes printanières se sont opposées jusqu'ici à l'extraction qui, selon le texte de mon correspondant, va néanmoins avoir lieu un de ces jours, aussitôt que l'état de la mer le permettra.

» M. Yermoloff annonce que, dès qu'il sera en possession du bloc, il m'en fera parvenir un échantillon, pour notre grande collection de météorites du Muséum; je n'ai pas besoin d'ajouter que je m'empresserai de tenir l'Académie au courant des particularités que son étude pourra présenter. »

PHYSIQUE. — *Sur une nouvelle pompe à mercure.* Note de M. **E.-U. Chatelain**, présentée par M. d'Arsonval.

« Dans cette pompe, la colonne barométrique étant supprimée, on commence les opérations du vide au moyen de la trompe à eau.

» Le robinet R, à trois voies indépendantes, est ouvert de façon à mettre en com-



munication les boules A et B, dans lesquelles le vide s'opère progressivement par le robinet C, relié à la trompe.

» Lorsqu'on a obtenu un vide relatif dans ces deux boules, on isole celle placée en B par le jeu du robinet R qui met, en même temps, en rapport la boule supérieure A avec le récipient à vider. On continue l'opération à la trompe jusqu'à ce que le manomètre indique 3^{cm} à 4^{cm}.

» Ce résultat obtenu, le robinet C communiquant à la trompe est fermé. Au moyen d'un support spécial (construit sur les indications de M. Boulay), on fait passer le mercure du réservoir dans la boule inférieure B pour en chasser l'air qui passe en A; il est nécessaire qu'une petite quantité de mercure s'échappe en A par le tube E pour assurer l'expulsion complète de l'air.

» Les voies du robinet R sont alors disposées pour qu'aucune communication ne subsiste entre les différents organes de l'appareil. A l'aide du support, le réservoir est descendu, le mercure abandonne la boule inférieure A qui se trouve ainsi privée d'air. En mettant ensuite en communication la boule inférieure B avec le récipient à vider, l'air contenu dans ce dernier se trouve aspiré; on l'expulse en A comme il a été indiqué précédemment.

» Lorsqu'à la suite de l'air une trop grande quantité de mercure a été introduite dans la boule supérieure A, on fait redescendre ce mercure dans le récipient inférieur en amenant, par un mouvement tournant, la rainure inférieure, située à la base du récipient A, en face d'un orifice pratiqué en E.

» *Dans les pompes qui sont construites actuellement,* le récipient à acides desséchants supportant le manomètre est mobile et communique avec le corps AB de la pompe au moyen d'un rodage formant joint à mercure.

» Un robinet O placé sur le tube d'ajutage permet l'introduction de gaz ou de vapeurs dans l'appareil à vider. »

M. L. Hallé adresse une Note relative à une machine dynamo-électrique.

A 4 heures un quart l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Botanique présente la liste suivante de candidats à la place laissée vacante par le décès de M. *Naudin :*

En première ligne . . . . M. **Prillieux.**

En deuxième ligne, par ordre alphabétique . . MM. **Bureau.** **Maxime Cornu.** **Renault.** **Zeiller.**

Les titres de ces candidats sont discutés. L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 17 AVRIL 1899.
(*Suite.*)

Histoire documentaire de l'industrie de Mulhouse et environs au XIXe *siècle (enquête centennale)*, publiée par la Société industrielle de Mulhouse. Mulhouse, Vve Bader et Cie, 1899; 1 fasc. in-4° (spécimen).

Gymnase bulgare des garçons « Saint-Cyrille et Method » à Salonique. Bulletin-annuaire de la Station météorologique près du gymnase pour l'année 1898, publié par IV. G. GARVANOFF. 1 fasc. in-8° oblong.

L'âge de la pierre au Congo, par XAVIER STAINIER. Tome I, fascicule 1. Bruxelles, imp. Charles Weghe, 1899; 1 fasc. in-f°. (*Annales du Musée du Congo.* Série III: *Ethnographie et Anthropologie.*)

De l'influence des planètes sur l'observation des phénomènes de magnétisme terrestre, par ERNEST LEYST. Moscou, 1897; 1 vol. in-8°. (En russe.)

Sur la répartition géographique du magnétisme terrestre normal et anormal, par E. LEYST. Moscou, 1899; 1 vol. in-8°. (En russe.)

Ascensions droites moyennes des étoiles principales pour l'époque 1885,0 *déduites par* A. SOKOLOV *des observations faites à la grande lunette méridienne de Poulkovo, dans les années* 1880-1887, *par l'ancien vice-directeur* WAGNER *et MM.* WITTRAM et HARZIER. Saint-Pétersbourg, 1898; 1 fasc. in-f°.

Publications de l'observatoire central Nicolas, sous la direction de O. BACKLUND. Série II, vol. V : *Observations faites au cercle méridien par* H. BOMBERG. Vol. XI : *Beobachtungen der Saturnstrabanten am* 30-*zölligen pulkowaer Refractor*, von HERMANN STRUVE. Saint-Pétersbourg, 1898; 2 vol. in-f°.

Lehrbuch der Algebra, von HEINRICH WEBER. Zweite Auflage. Zweiter Band. Braunschweig, Friedrich Vieweg und Sohn, 1899; 1 vol in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

The Philadelphia exposition, under the auspices of the Philadelphia commercial Museum and the Franklin Institute. September 14 to November 30, 1899. 1 fasc. in-8°.

Toronto. General meteorological register for the year 1898; 1 fasc. in-12.

Acalephs from the Fiji Islands, by ALEXANDER AGASSIZ *and* ALFRED GOLDSBOROUGH MAYER. Cambridge, Mass., U. S. A., 1899; 1 fasc. in-8°. (Hommage de M. A. Agassiz.)

Resumen general de las observaciones meteorologicas hechas en el Instituto Nacional de Guatemala, desde el ano de 1857 *hasta el año de* 1898, por el Dr DARIO GONZALEZ, actual director del observatorio. Guatemala, 1899; 1 fasc. in-8°.

Revista trimensal do instituto geographico e historico dà Bahia. Anno V, vol. V, n° 18. Dezembro de 1898. Bahia, 1 fasc. in-8°.

Boletin mensual del observatorio meteorologico del Estado de Oaxaca (Oaxaca de Juarez, Republica Mexicana). Tomo II. Año meteorologico de 1898-1899. Nos 9 y 10. 1 fasc. in-f°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 24 AVRIL 1899.

Leçons de Clinique médicale, faites à l'hôpital Saint-Éloi de Montpellier, 1886-1898, par le Dr J. GRASSET. Montpellier, Camille Coulet, et Paris, Georges Masson, 1891-98; 3 vol. in-8°. (Présenté par M. Bouchard, pour le concours des prix de Médecine et Chirurgie, fondation Montyon.)

Sur la stérilisation industrielle des eaux potables par l'ozone, au moyen des appareils et procédés de MM. Marmier et Abraham : Rapport, par MM. ROUX, de l'Institut, BOURIEZ, CALMETTE, BUISINE, STAES-BRAME. Février 1899. Lille, imp. Delemar et Dubar; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Violle.)

Annuaire de la Société nationale d'Agriculture de France. Année 1899. Paris, typ. Chamerot et Renouard, 1899; 1 br. in-16.

Mémoires publiés par la Société nationale d'Agriculture de France. Tome CXXXVIII. Paris, typ. Chamerot et Renouard, 1899; 1 vol. in-8°.

Ministère de l'Agriculture : Annales de l'École nationale d'Agriculture de Montpellier. Tome X, 11e et 12e années, 1897-1898. Montpellier, Camille Coulet, 1899; 1 vol. in-4°.

Bulletin météorologique du département de l'Hérault, publié sous les auspices du Conseil général. Année 1898 (26e année). Montpellier, imp. Delord-Boehm et Martial, 1899; 1 fasc. in-4°.

Bulletin de la Société de Géographie. 7e série, tome XX. Paris, Société de Géographie, 1899; 1 br. in-8°.

Académie royale de Belgique : Bulletin de la Classe des Sciences. 1899, nos 1, 2. Bruxelles, Hayez, 1899; 2 fasc. in-8°.

Centralbureau der internationalen Erdmessung : Resultate aus den Polhöenbestimmungen in Berlin ausgeführt in den Jahren 1891 und 1892 am Universaltransit der königl. Sternwarte, von Dr Battermann. Berlin, Georg Reimer, 1899; 1 fasc. in-4°.

Centralbureau der internationalen Erdmessung : Bericht über den Stand der Erforschung der Breitenvariation am Schlusse des Jahres 1898, von Th. Albrecht. Berlin, Georg Reimer, 1899; 1 fasc. in-4°.

New-York agricultural experiment station. Geneva, N. Y. Bulletins nos 150-154, décembre 1898. Published by the station; 5 fasc. in-8°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences et des Lettres de Danemark. 1898, n° 6; 1899, n° 1. Copenhague, F. Dreyer; 2 fasc. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 1er mai 1899.

Manuel pratique de l'analyse des alcools et des sirupeux, par Charles Girard et Lucien Cuniasse. Paris, Masson et Cie, 1899; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Armand Gautier. Hommage de l'Auteur.)

Société d'Histoire naturelle d'Autun. 10e Bulletin (IIe Partie); 11e Bulletin (Ire Partie). Autun, Dejussieu père et fils, 1897-1898; 2 vol. in-8°. (Présenté par M. Albert Gaudry. Hommage de la Société d'Histoire naturelle d'Autun.)

Bulletin technique, organe de l'Institut du Génie civil. 1re année, nos 1, 2, 3; janvier-mars 1899. Paris, 1899; 3 fasc. in-8°.

Anthropological investigations on one thousand white and colored children of both sexes the inmates of the New York juvenile asylum, by Dr Ales Hrdlicka. New York and Albany, s. d.; 1 fasc. in-8°.

Bulletin of the United States fish Commission. Vol. XVII, for 1897. George-M. Bowers, Commissioner. Washington, Government printing office, 1898; 1 vol. in-4°.

Proceedings of the California Academy of Sciences. Third series : *Botany,* vol. I, nos 3, 4, 5; *Geology,* vol. I, n° 4; *Math.-Phys.,* vol. I, nos 1, 2, 3, 4; *Zoology,* vol. I, nos 6, 7, 8, 9, 10. San Francisco, 1898; 11 fasc. in-4°.

Memoirs of the National Academy of Sciences. Volume VIII. Washington, 1898; 1 fasc. in-4°.

Bulletin mensuel de l'observatoire météorologique de l'Université d'Upsal. Vol. XXX. Année 1898, par le Dr H. HILDEBRAND HILDEBRANDSSON. Upsal, Edv. Berling, 1898-1899; 1 fasc. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 24 avril 1899.)

Note de M. *A. Poincaré*, Moyennes des hauteurs barométriques, en Soleil austral, etc. :

Page 1062 (figure). Dans le tracé ponctué fin (Lune boréale), les cotes des latitudes 60° et 50°, côté minuit, ont été mal rapportées. Entre ces deux points le tracé doit passer un peu au-dessus de la ligne pleine pour retourner immédiatement au-dessous. Se référer au Tableau des écarts placé en regard, page 1063.



COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 MAI 1899,

PRÉSIDENCE DE M. VAN TIEGHEM.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la mesure absolue du temps, déduite des lois de l'attraction universelle.* Note de M. G. LIPPMANN.

« 1. Les mesures dites *absolues* sont ainsi nommées par opposition aux mesures arbitraires, seules autrefois employées en Physique. Mesurer une grandeur en valeur arbitraire, c'est prendre le rapport de cette grandeur à une grandeur de même espèce arbitrairement choisie pour unité. Mesurer une grandeur en valeur absolue, c'est calculer sa valeur en fonction des paramètres qui la déterminent et qui sont d'une autre nature que la grandeur à mesurer; en d'autres termes, la valeur absolue d'une grandeur x est donnée par une équation

$$x = f(\alpha, \beta, \gamma, \ldots),$$

dont le second membre ne contient aucun coefficient arbitraire, et ne dépend que des paramètres α, β, γ, ... qui sont d'une autre nature que x.

» C'est ainsi que l'aire d'un rectangle est déterminée si l'on se donne deux paramètres linéaires α, β, hauteur et base du rectangle; de même une force est déterminée si l'on se donne une masse m et l'accélération $\frac{d^2x}{dt^2}$ que la force lui imprime. Les produits $\alpha\beta$ et $m\frac{d^2x}{dt^2}$ sont les mesures absolues de l'aire et de la force.

» 2. L'unité de temps en usage, la seconde, ne fournit qu'une mesure arbitraire du temps, car la durée du phénomène à mesurer n'est pas déterminée par la durée du mouvement diurne de la Terre. Si l'on donne, par exemple, la durée de la révolution d'un satellite de Jupiter en secondes, on ne fait qu'indiquer le rapport des durées de deux phénomènes indépendants l'un de l'autre, la révolution du satellite et la rotation de la Terre, et le rapport de deux grandeurs indépendantes l'une de l'autre est une mesure arbitraire.

» Pour mesurer en valeur absolue la durée d'un phénomène dû à l'attraction universelle, il suffit de prendre égal à l'unité le coefficient de l'attraction newtonienne, c'est-à-dire de ne pas écrire ce coefficient; on le supprime fréquemment dans les calculs analytiques afin de simplifier l'écriture, sauf à le rétablir quand on passe aux calculs numériques. Il est utile d'en maintenir la suppression dans les calculs numériques : le temps se trouve dès lors mesuré en valeur absolue, en fonction d'une unité dont la grandeur concrète est parfaitement déterminée (1).

» On démontre cette proposition en établissant la relation qui existe entre la valeur numérique de la constante newtonienne et la grandeur concrète de l'unité de temps. Cette relation est la suivante : *la valeur numérique de la constante newtonienne est indépendante du choix des unités de longueur et de masse; elle dépend uniquement du choix de l'unité de temps. Inversement, la grandeur de l'intervalle de temps pris pour unité est déterminée sans ambiguïté quand on se donne la valeur numérique de la constante newtonienne qui lui correspond.* Cet énoncé suppose que l'on prenne, comme d'ordinaire, la masse égale au produit du volume par la densité, l'unité de

(1) Cette unité de temps absolue exprimée en temps moyen vaut 3862 secondes ou $1^h 4^m 22^s$.

volume étant le volume d'un cube qui a l'unité de longueur pour côté, l'unité de densité étant celle d'une substance type telle que l'eau.

» En désignant par k^2 la constante newtonienne, on a les relations connues

$$(1)\qquad F = k^2 \frac{Mm}{r^2},$$

$$(2)\qquad F = m \frac{\partial^2 x}{\partial t^2},$$

F étant la force qui s'exerce entre deux masses M et m, séparées par la distance r, $\frac{\partial^2 x}{\partial t^2}$ étant l'accélération et t le temps exprimé en fonction d'une unité quelconque. En égalant ces deux expressions de la force F, il vient

$$k^2 = \frac{r^2 \frac{\partial^2 x}{\partial t^2}}{M}.$$

» Cette expression de k^2 est du degré zéro par rapport aux longueurs; car, r et x étant des longueurs, le numérateur est du troisième degré par rapport aux longueurs, et il en est de même du dénominateur, car l'unité de masse varie comme l'unité de volume; k^2 est donc indépendant du choix des unités de longueur et de masse. D'ailleurs, on voit que k^2 est du degré -2 par rapport au temps : donc la valeur numérique de k est proportionnelle à la grandeur de l'unité de temps.

» Comme exemple de ce qui précède, supposons d'abord que l'on emploie le système C.G.S. L'expérience donne $k = \frac{1}{3862}$. Remplaçons ensuite le centimètre par le mètre, et le gramme par la tonne, la valeur numérique de k ne change pas. Il y a donc un intervalle de temps, et un seul, qui donne $k = \frac{1}{3862}$: c'est celui que nous appelons la *seconde*. Ledit intervalle de temps est donc complètement défini par le nombre $\frac{1}{3862}$, bien que ce nombre ne soit pas défini comme le rapport de la seconde à un autre intervalle de temps arbitrairement choisi pour unité. En d'autres termes, imaginons qu'un observateur se soit transporté en un lieu où il ne puisse plus observer le mouvement diurne, qu'il n'ait emporté ni chronomètre réglé, ni même un exemplaire du mètre, mais qu'il ait eu la précaution de noter le nombre $\frac{1}{3862}$ et d'emporter une bouteille d'eau; il ne lui en faudra pas plus pour reconstituer la seconde.

» Il résulte de la proposition démontrée plus haut que, parmi tous les intervalles de temps qu'il est possible de prendre pour unité, il y en a un, et un seul, qui permet de trouver $k = 1$. Supposons-le adopté et appelons θ l'expression du temps ainsi mesuré. Les relations (1) et (2) sont remplacées par les relations plus simples

$$F = \frac{Mm}{r^2}, \tag{3}$$

$$F = m\frac{\partial^2 x}{\partial \theta^2}. \tag{4}$$

» On peut donner des résultats précédents une seconde démonstration, qui a peut-être le défaut d'être trop brève, et qui est la suivante : étant donné le système des relations (1) et (2), où l'unité de temps est quelconque, effectuons un changement d'unité de temps défini par l'équation

$$kt = \theta, \tag{5}$$

θ étant l'expression du temps en fonction de la nouvelle unité. On obtient les relations (3) et (4) qui ne contiennent plus k. D'autre part, l'équation (5) exprime que k est la valeur numérique de l'ancienne unité en fonction de la nouvelle, c'est-à-dire de l'unité qui donne pour la constante newtonienne la valeur numérique 1. Exemple, dans le cas de la seconde, $k = \frac{1}{3862}$; donc la seconde est la $\frac{1}{3862}$ partie de l'unité absolue.

» Il est remarquable que le système des équations (2) et (3) se trouve déterminer par leur seule forme une grandeur concrète, celle de l'unité de temps. C'est ainsi que la base des logarithmes dits *naturels* est définie analytiquement et non choisie *à priori*. Pour définir les logarithmes vulgaires, à base arbitraire, il faut introduire un coefficient, un module, qui est le logarithme naturel de la base arbitraire. De même, dans le problème qui nous occupe, pour rendre l'unité de temps arbitraire, il faut introduire un coefficient k qui est la mesure en valeur absolue de l'unité de temps arbitraire que l'on veut employer. Il est donc permis, par analogie, d'appeler *heure naturelle* l'intervalle de temps qui, pris pour unité, fournit le système des équations (3) et (4). Nous disons heure naturelle, parce que cette unité est voisine de l'heure vulgaire.

» 3. On peut donner de cette unité de temps plusieurs définitions physiques, en appliquant sa définition analytique à une série de cas particuliers. Supposons, par exemple, un point matériel gravitant autour d'une

masse M en décrivant une orbite circulaire de rayon a pendant le temps Θ : on a $\Theta = 2\pi\sqrt{\frac{a^3}{M}}$. Si M est la masse d'un cube d'eau qui aurait a pour côté, le radical devient égal à 1 ; le point matériel est, dans ce cas, l'aiguille d'une horloge absolue; il décrit un arc égal au rayon pendant chaque unité de temps. Il suffit, d'ailleurs, de connaître M et a pour en déduire Θ : d'une manière générale, tout phénomène de gravitation, dont la durée est calculable au moyen des équations (2) et (3), fournit la mesure absolue d'un intervalle de temps.

» Il en est ainsi, en particulier, des oscillations d'un pendule de longueur réduite l. On a, pour la durée d'oscillation, $\Theta = 2\pi\sqrt{\frac{l}{\gamma}}$; γ intensité de la pesanteur est égal à $\frac{M}{a^2}$; M masse de la Terre et a son rayon. M est égal à $\frac{4}{3}\pi a^3 \times 5,5$; 5,5 étant la densité de la Terre : d'où

$$\Theta = 2\pi\sqrt{\frac{1}{\frac{4}{3}\pi.5,5} \times \frac{l}{a}}.$$

On obtient ainsi la durée absolue d'oscillation en fonction de la longueur du pendule, par le seul calcul; on sait que la longueur du pendule à secondes n'est déterminable que par l'expérience.

» Veut-on calculer la longueur du pendule qui exécuterait 3600 oscillations pendant une heure naturelle? Il suffit de résoudre, par rapport à l, l'équation

$$\frac{1}{3600} = 2\pi\sqrt{\frac{1}{\frac{4}{3}\pi 5,5}\,\frac{l}{a}}.$$

On trouve, pour Paris (¹), $l = 1^m,02960$.

» Bien que l'on puisse ainsi graduer le pendule en valeur absolue et, par conséquent, à la rigueur, se passer de la seconde de temps moyen, il est évidemment préférable de conserver la seconde comme étalon de temps, tout en employant l'unité absolue dans les calculs. Le coefficient de réduction est égal à $\frac{1}{3862}$. On a l'avantage ainsi de pouvoir se servir des horloges en usage, réglées sur le mouvement du Ciel.

» 4. Il reste à indiquer sommairement comment on peut déterminer la

(¹) J'ai fait abstraction, pour simplifier les formules données dans le texte, de petites corrections dues à la latitude et à la force centrifuge du mouvement diurne.

valeur de k relative à la seconde. D'abord k est la racine carrée de la constante de l'attraction newtonienne, déterminée par plusieurs auteurs. De plus, l'analyse précédente fait ressortir une propriété de k qui peut servir à déterminer ce nombre d'une autre manière. Calculons la durée d'un mouvement dû à l'attraction newtonienne, oscillation d'un pendule, déplacement d'un astre, etc., en supprimant dans ce calcul la constante newtonienne; puis divisons le résultat de ce calcul par la durée du même phénomène observée en secondes. Le quotient doit être égal à k.

» Ainsi, en appelant M la masse du Soleil, a la moyenne distance de la Terre, on a pour durée calculée de l'année sidérale

$$\Theta = 2\pi\sqrt{\frac{a^3}{M}}.$$

» Le quotient de Θ par les durées de l'année sidérale observée en secondes est $\frac{1}{3862}$, les nombres étant ceux de l'*Annuaire du Bureau des Longitudes*.

» De même, en calculant la durée d'une oscillation du pendule à seconde à l'aide de la formule donnée plus haut

$$\Theta = 2\pi\sqrt{\frac{1}{\frac{4}{3}\pi.5,5}\frac{l}{a}},$$

et en divisant Θ par la durée observée en secondes (deux secondes) d'une oscillation double corrigée de l'influence de la force centrifuge du mouvement diurne, on retrouve le même quotient $\frac{1}{3862}$. En réalité, le résultat n'est pas identique; mais la différence numérique ne porte que sur les décimales qui suivent la partie entière 3862.

» En opérant de même sur la Lune, on trouve $\frac{1}{3864}$: la divergence est appréciable; c'est qu'en effet la formule employée, qui est celle des lois de Kepler, n'est plus suffisamment exacte dans le cas de la Lune.

» On peut donc vérifier sous cette forme l'exactitude d'une formule : la valeur qu'elle fournit pour k doit être exacte; c'est une manière de vérifier la concordance de l'observation et du calcul. »

BOTANIQUE. — *Caractères anatomiques et physiologiques des plantes rendues artificiellement alpines par l'alternance des températures extrêmes* ([1]). Note de M. Gaston Bonnier.

« J'ai décrit dans une Note précédente ([2]) les modifications de forme extérieure que présentent des plantes issues du même pied, les unes cultivées dans les conditions normales du climat des environs de Paris, les autres cultivées soit dans une étuve vitrée entourée constamment de glace sur trois de ses faces, soit dans des étuves identiques entourées d'eau; enfin d'autres pieds comparables des mêmes espèces étaient placés pendant la nuit dans l'étuve à glace, et pendant le jour au dehors, en plein soleil.

» A l'époque de l'année où j'ai fait cette Communication, les plantes n'avaient pas encore achevé complètement leur végétation. Je me propose aujourd'hui de compléter ces indications sur les plantes ayant fleuri et fructifié et d'y ajouter quelques données relatives à leur structure anatomique comparée et à leurs fonctions physiologiques.

» Je rappellerai d'abord que j'avais disposé les plantes de même origine en quatre lots : les plantes du lot n° 1 étaient constamment dans l'étuve à glace fondante à la température moyenne de 7°, à l'état hygrométrique moyen de 90; les plantes du lot n° 2 étaient constamment exposées au dehors, dans un endroit découvert, à la température moyenne de 20°, à l'état hygrométrique moyen de 83; les plantes du lot n° 3 étaient, la nuit, dans l'étuve à glace et le jour, au dehors, subissant toutes journellement des alternances de température qui pouvaient atteindre de 4° à 35°; enfin, les plantes du lot n° 4 étaient placées dans une étuve à eau dont la température moyenne était de 16° et l'état hygrométrique moyen de 90.

» Je compléterai d'abord les renseignements que j'ai donnés dans ma Note précédente au sujet de la morphologie extérieure, en résumant le résultat des mesures et des observations faites pour l'une des espèces dont

---

([1]) Ces expériences ont été faites au laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau.

([2]) Gaston Bonnier, *Expériences sur la production des caractères alpins des plantes par l'alternance des températures extrêmes* (*Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 307; 1898).

tous les pieds, dans les quatre lots, avaient fleuri et fructifié le 16 septembre 1898, par exemple la Germandrée (*Teucrium Scorodonia*).

Plantes mises en expériences le 3 juin 1898.

Mesures faites le 16 septembre 1898.	Lot n° 1. — Étuve à glace fondante.	Lot n° 2. — Conditions normales de Fontainebleau.	Lot n° 3. — La nuit dans l'étuve à glace et le jour au soleil.	Lot n° 4. — Étuve à eau à 16°.
Hauteur moyenne de la plante..............	42^{cm}	95^{cm}	20^{cm}	62^{cm}
Longueur du plus grand entrenœud..........	$8^{cm},8$	20^{cm}	2^{cm}	14^{cm}
Couleur des fleurs......	blanchâtre	blanc jaunâtre	presque jaune	presque blanche
Couleur des feuilles....	vert frais	vert terne	vert mêlé de rouge	vert clair

» Il est à remarquer que tous les pieds de Germandrée dans toutes ces conditions différentes avaient presque exactement le même nombre d'entrenœuds (10 entrenœuds); les comparaisons anatomiques étaient donc faciles à établir entre ces différents pieds de la même espèce.

» On peut ajouter aux observations que j'ai faites dans la Note précédente, que les fleurs des échantillons du lot n° 3, c'est-à-dire des plantes soumises aux alternances de températures, ressemblaient beaucoup par leur forme et par leur coloration à celles des pieds de la même espèce qu'on trouve à l'état naturel dans les Alpes et les Pyrénées vers 1500^{m} d'altitude. En outre, bien que la teinte verte des feuilles des plantes de ce lot fût moins vive que celle des feuilles de la même espèce aux hautes altitudes, cette teinte était remarquable par une coloration rouge due à la présence de l'anthocyanine. Or cette coloration rouge a été signalée depuis longtemps chez les plantes des Alpes, et déjà en 1837 Mohl ([1]) disait que la couleur rouge des plantes alpines est due à l'alternance des journées lumineuses et des nuits froides, et M. Overton ([2]), revenant récemment sur cette question, a donné une explication chimique de ce phénomène. Il est donc intéressant de voir que, dans mes expériences, ce caractère par-

([1]) Mohl, *Recherches sur la coloration hivernale des feuilles* (*Ann. Sc. nat. Bot.*, 2e série, t. IX).

([2]) Overton, *Experiments on the autumn colouring of plants* (*Nature*, 16 January 1899, p. 296).

ticulier d'un grand nombre de plantes alpines s'est trouvé réalisé par l'alternance des températures. Comme les plantes demeurant constamment dans l'étuve à glace ont eu des feuilles qui sont toujours restées vertes, sans anthocyanine, même à la fin de la végétation, ce n'est donc pas simplement le froid, comme le pensait Stahl ([1]), qui provoque la coloration de la substance rouge.

» *Anatomie et physiologie comparées.* — Un certain nombre des caractères anatomiques que j'ai signalés autrefois dans mes expériences sur les cultures comparées des mêmes plantes, en plaine et dans les hautes altitudes ([2]), se retrouvent chez ces plantes artificiellement soumises à des conditions extrêmes de température; toutefois, ces végétaux n'ayant subi encore ce traitement que pendant une saison possèdent ces caractères alpins à un degré moindre que les plantes cultivées dans la région alpine et qui, pendant plusieurs années, ont subi une hibernation prolongée; cependant les modifications anatomiques ainsi provoquées sont extrêmement nettes et méritent d'être mentionnées. Ces caractères se présentent à un degré plus ou moins grand chez toutes les espèces étudiées : *Teucrium Scorodonia, Senecio Jacobæa, Trifolium repens, Avena sativa, Vicia sativa, Solidago Virga-aurea,* etc.

» Chez les plantes soumises à des alternances de température, en général dans la tige et dans le pétiole des feuilles, la cuticule est plus marquée, les tissus collenchymateux à cellules plus serrées et à parois plus épaisses; lorsqu'il y a des assises de renforcement en dedans de l'épiderme, elles sont plus différenciées ou plus nombreuses; les formations secondaires sont moins précoces ou moins accentuées.

» Mais c'est surtout le limbe des feuilles dont la structure est profondément modifiée par ces conditions spéciales. C'est ainsi que, pour la Germandrée, il s'est développé deux assises palissadiques, dans les feuilles du lot n° 3 (alternance), avec une épaisseur du mésophylle de 67^{μ}, tandis que, dans les deux autres lots, il n'y avait qu'une seule assise palissadique et le mésophylle n'avait que 18^{μ} à 20^{μ} d'épaisseur.

» Bien que les grains de chlorophylle fussent distribués d'une manière très inégale dans les trois lots et que ce ne soient pas toujours les plus

---

([1]) Stahl, *Ueber die bunte Laubblätter* (*Ann. du Jardin bot. de Buitenzorg*, Vol. XII, 2e série, p. 137).

([2]) Gaston Bonnier, *Recherches expérimentales sur l'adaptation des plantes au climat alpin* (*Ann. Sc. nat. Bot.*, p. 217; 1895).

nombreux ou les plus verts qui se représentaient chez les plantes soumises à une alternance de températures, c'étaient cependant ces dernières dont les feuilles se trouvaient en somme les mieux disposées pour l'assimilation.

» Ce fait est confirmé par les mesures qu'a bien voulu faire M. Griffon, en étudiant, à la même lumière, les échanges gazeux qui se produisent entre les feuilles des plantes précédentes et l'atmosphère. C'est ainsi qu'en une demi-heure, par centimètre carré, les feuilles de Germandrée du lot n° 3 (alternance) ont dégagé $0^{cc},271$ d'oxygène, tandis que celles du lot n° 2 n'ont dégagé, dans les mêmes conditions d'éclairement, que $0^{cc},265$ et celles du n° 1 que $0^{cc},200$. Les feuilles de Trèfle du lot n° 3 ont dégagé $0^{cc},067$ d'oxygène, lorsque, dans les mêmes conditions d'éclairement, celles du lot n° 2 n'ont dégagé que $0^{cc},050$ d'oxygène, et celles du n° 1 que $0^{cc},061$.

» *Conclusions.* — Les lignes suivantes résument les résultats des expériences précédentes :

» Aux caractères alpins, qu'il est possible de provoquer artificiellement chez des végétaux maintenus en plaine, en leur faisant subir une alternance journalière de températures comparable à celle qui se produit dans les régions élevées des montagnes, on peut ajouter les suivantes :

» Les pétioles des feuilles et surtout les tiges ont des tissus protecteurs mieux marqués, plus rapidement développés. Les feuilles, plus petites et plus épaisses, ont un tissu en palissade plus développé; elles présentent assez souvent une coloration rouge due à l'anthocyanine qui se produit fréquemment chez les plantes alpines; enfin elles assimilent plus par unité de surface. Les fleurs sont relativement grandes et un peu plus colorées. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre de la Section de Botanique, en remplacement de M. *Naudin*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 55,

M. Prillieux	obtient.	53 suffrages,
M. Maxime Cornu	»	1 »
M. Zeiller	»	1 »

M. **Prillieux**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

CORRESPONDANCE.

M. **Lippmann** fait hommage à l'Académie d'un Volume contenant les Leçons qu'il a professées, à la Sorbonne, sur les « Unités électriques absolues », Leçons rédigées par M. *A. Berget*.

ASTRONOMIE. — *Sur diverses circonstances qui modifient les images réfléchies par le bain de mercure, et sur la transmission à travers le sol des trépidations produites à la surface*. Note de M. **G. Bigourdan**, communiquée par M. Lœwy.

« On connaît toute l'importance que présente en Astronomie la détermination de la verticale par le moyen du bain de mercure, et aussi les grandes difficultés que l'on rencontre dans cette détermination, à cause des trépidations de la surface du sol.

» Ces difficultés ne pourraient-elles pas être évitées en plaçant le bain de mercure ordinaire à quelque profondeur dans le sol? et quelle profondeur faudrait-il atteindre pour cela?

» Afin de répondre à cette question, j'ai observé à diverses profondeurs les images réfléchies par un bain de mercure à couche épaisse. Ces observations [1] ont été faites à l'Observatoire de Paris, les unes en posant l'instrument sur le sol même des caves, les autres en le plaçant dans les cavités ménagées à l'origine dans le mur qui entoure l'escalier conduisant aux mêmes caves. Elles montrent la coexistence inattendue, dans le sol parisien, de deux espèces de trépidations, se distinguant nettement l'une de l'autre par la profondeur qu'elles atteignent et par l'influence qu'elles ont sur la visibilité des fils réfléchis.

» Les unes produisent sur ces fils ce que nous appellerons des *ondulations*; les autres produisent des *vibrations*.

» Les *ondulations* sont des oscillations assez lentes et assez régulières des images réfléchies : leur durée varie généralement d'un quart à une demi-seconde; leur amplitude est en moyenne de 2″ à 3″ pendant le jour, mais

(1) Ces observations seront publiées prochainement dans le *Bulletin astronomique*.

elle peut atteindre exceptionnellement 10″ et 12″; enfin leur direction, souvent assez constante pendant vingt, trente, quarante, ... secondes, change fréquemment et peut prendre successivement toutes les orientations.

Les *vibrations* sont des oscillations très rapides et souvent irrégulières des mêmes images : on n'a pu évaluer ni leur durée, ni leur direction; leur amplitude paraît beaucoup plus faible que celle des ondulations, au moins dans les couches profondes du sol.

» Ces deux sortes d'oscillations n'agissent pas de la même manière sur la visibilité des fils réfléchis : tandis que les ondulations ne gênent nullement cette visibilité, les vibrations rendent les fils réfléchis diffus, les affaiblissent graduellement et, enfin, peuvent soit empêcher leur observation, soit même les faire disparaître complètement.

» Les ondulations, comme les vibrations, varient avec la profondeur et aussi avec l'heure de l'observation, c'est-à-dire avec l'activité de la circulation autour de l'Observatoire.

» Pendant le jour, dans les catacombes (28^{m} au-dessous du niveau du sol), les ondulations sont à peu près continuelles, varient sans cesse d'amplitude et changent fréquemment de direction. Au contraire, les vibrations n'apparaissent guère qu'aux instants où les trains des lignes de Sceaux-Limours ou de Paris-Arpajon passent à la plus courte distance (100^{m} environ) du point d'observation; mais alors, et pendant quinze à trente secondes, les images réfléchies disparaissent totalement ou à peu près.

» Si, partant de cette profondeur de 28^{m}, on s'élève graduellement, les ondulations conservent à peu près la même allure; mais les vibrations deviennent plus fréquentes, plus prononcées. Cependant, à 17^{m} de profondeur, elles sont encore assez rares, peu gênantes en dehors des heures de passage des trains; et, pour la visibilité des fins détails, les 11^{m} dont on a monté ne font perdre que bien peu. Mais si l'on monte encore, les vibrations augmentent très rapidement, masquant bientôt les ondulations.

» Sur le soir, à mesure que la circulation diminue d'activité, l'amplitude moyenne des ondulations ne diminue que légèrement; au contraire, les vibrations sont bien moins prononcées, de sorte qu'à 7^{m} ou 8^{m} de profondeur on pourrait pointer le nadir à partir de la fin de la journée : l'amélioration est ensuite graduelle à mesure qu'on avance dans la nuit.

» Dans les catacombes, les ondulations ne disparaissent à peu près complètement qu'après $1^{h}30^{m}$ ou 2^{h} du matin : le départ des derniers trains a coïncidé avec une période d'agitation qu'il a paru impossible d'attribuer uniquement à ceux de ces trains qui passent au voisinage immédiat de l'Observatoire.

» Pour comparer la stabilité du sol de Paris à celui de la grande banlieue, j'ai fait aussi des observations comparatives (mais toujours sur un pilier placé à la surface du sol) à Wissous, à 10^{km} des fortifications en

ligne droite; là encore, on a retrouvé nettement les deux sortes d'oscillations, *ondulations* et *vibrations;* et, en moyenne, les images à la surface du sol y sont inférieures à celles que l'on a, à l'Observatoire de Paris, à 28^m et même à 17^m de profondeur (en dehors des heures de passage des trains).

» Quelques remarques faites en ce point, à 150^m des dernières maisons du village de Wissous, mettent bien en évidence l'extrême sensibilité du bain de mercure : ainsi le choc produit en fermant sans effort une porte assez légère, distante de 52^m, fait disparaître complètement les fils réfléchis; une voiture parcourant, à 350^m de distance, une route pavée, trouble énormément les images de ces fils; dans la nuit, une voiture, entendue à 1000^m au moins, a produit des ondulations assez fortes.

» On voit par là que, en tout point où la circulation est un peu active, il doit être difficile de distinguer la cause qui produit chaque trouble.

» Cependant on croit pouvoir attribuer les ondulations à des déplacements de poids considérables, tels que ceux produits par des trains, qui agiraient même à 2^{km} ou 3^{km} de distance, et ces ondulations pénétreraient profondément dans le sol, puisqu'elles ont à peu près même amplitude, même allure à 17^m et même à 12^m qu'à 28^m de profondeur.

» Les vibrations, qui troublent tant les images réfléchies, n'atteignent pas de grandes profondeurs; à Paris, on peut les attribuer à la multitude des véhicules qui circulent autour de l'Observatoire; les lourds camions, certains omnibus, etc. doivent produire celles qui se font sentir quelquefois jusqu'à 28^m au-dessous du sol. Mais les vibrations les plus gênantes ne doivent pas dépasser les couches superficielles, et il semble que des fossés d'isolement, de quelques mètres de profondeur, pourraient améliorer considérablement les images réfléchies par le bain de mercure. »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les reseaux qui correspondent au cas où la suite de Laplace est limitée dans un sens.* Note de M. **C. Guichard**, présentée par M. G. Darboux.

« Dans ma précédente Note (*Sur quelques applications de la loi de parallélisme des réseaux et des congruences*, 20 mars 1899) j'ai introduit une série de réseaux et de congruences que j'ai appelés A_n ou B_n. Beaucoup de propriétés de ces réseaux résultent d'une façon intuitive des deux théorèmes suivants :

» *Toute congruence conjuguée ou harmonique à un réseau* A_n *est* B_n *ou* B_{n+1}.

» *Toute congruence conjuguée ou harmonique à un réseau* B_n *est* A_{n-1} *ou* A_n.

» Les éléments conjugués ou harmoniques de moindre indice dépendent d'une fonction arbitraire.

» Pour établir ces résultats, il suffit de les vérifier pour les réseaux A_1 et de suivre la transformation de Laplace.

» Il est naturel de chercher parmi les réseaux A_n ou B_n ceux qui sont formés par les lignes de courbure d'une surface. Voici les notations que j'emploierai : Je désigne par u et v les paramètres des lignes de courbure, par MT et MS les tangentes aux courbes $v = \text{const.}$, $u = \text{const.}$; par T et S les seconds foyers des congruences (MT) et (MS); par G la normale en M à la surface, par F et φ les centres de courbures correspondant aux courbes $v = \text{const.}$, $u = \text{const.}$

» Supposons que le réseau M soit A_n, la congruence G qui lui est parallèle est aussi A_n; mais le réseau M est conjugué à la congruence G, donc le réseau M est B_n ou B_{n+1}; donc :

» *Si un réseau de lignes de courbures est d'un côté* A_n, *il est de l'autre côté* B_n *ou* B_{n+1}.

» De même :

» *Si un réseau de lignes de courbures est d'un côté* B_n, *il est de l'autre côté* A_{n-1} *ou* A_n.

» Nous avons donc les réseaux particuliers suivants :

Réseaux A_1 et B_1 (surfaces développables).
Réseaux A_1 et B_2 (surfaces de Monge).
Réseaux A_2 et B_2 (lignes de courbures planes dans un système), etc.

» Tous ces réseaux peuvent se former d'une façon explicite en suivant la méthode indiquée par M. Darboux (*Leçons*, IV[e] Partie; Chap. VIII, IX et XI).

» Prenons en particulier les réseaux qui sont A_2 du côté de MT. Il y aura une infinité de réseaux parallèles pour lesquels la surface (T) se réduit à une courbe. Les lignes de courbure $u = \text{const.}$ seront des cercles géodésiques. Elles seront situées sur les sphères qui ont pour centre T et pour rayon TM, sphères qui coupent la surface à angle droit. C'est le cas étudié par M. Bonnet (*Journal de l'École Polytechnique*, t. XX).

» La congruence MT sera B_2; il en est de même du réseau F qui lui est parallèle; donc sur la surface F les courbes $u = \text{const.}$ sont planes (théorème de M. Bonnet).

» Il est facile d'établir la réciproque; si les conjuguées d'un système de

géodésiques sont planes, les tangentes aux géodésiques formeront une congruence A_2; la surface qui est normale à ces tangentes sera aussi A_2.

» *On sait trouver tous les systèmes conjugués formés d'une série de courbes planes et d'une série de géodésiques.*

» Un réseau A_2 du côté de MT est en général B_3 de côté de MS; le réseau S est donc B_2; c'est-à-dire que, sur le réseau S, les lignes $u =$ const. sont des courbes planes. Cette propriété subsiste pour tous les réseaux qui sont B_3 du côté de MS; ces réseaux B_3 sont parallèles à ceux pour lesquels les courbes $u =$ const. sont sphériques.

» Le réseau (M) étant A_2, il y a une infinité de congruences harmoniques qui sont B_2; ces congruences sont des congruences cycliques. Inversement, si une congruence cyclique est B_2, il y aura, parmi les réseaux de lignes de courbure qui lui sont harmoniques, des réseaux A_2. Les réseaux parallèles à ces congruences cycliques seront des réseaux cycliques B_2; donc :

» *On sait trouver tous les réseaux cycliques qui contiennent un système de courbes planes.*

» Soient N un tel réseau, N′ le réseau applicable. En coordonnées tangentielles, les réseaux N et N′ ont leurs invariants intervertis ([1]); l'un des invariants de N′ est donc nul; N′ contient ainsi un système de courbes planes, mais les courbes planes de N′ ne correspondent pas aux courbes planes de N.

» Cherchons les réseaux cycliques formés de deux systèmes de courbes planes; ce sont des réseaux B_2 et B_2; parmi les congruences parallèles, il y en aura qui rencontrent deux courbes. Ces deux focales seront en général une courbe plane et une droite perpendiculaire au plan de la première. Les réseaux cherchés sont formés d'une série de courbes planes parallèles; les plans de l'autre série de courbes sont perpendiculaires à ceux de la première. Ces surfaces forment une généralisation des surfaces moulures; ces réseaux cycliques, ayant leurs deux invariants nuls, sont plusieurs fois cycliques. Les surfaces ainsi obtenues sont donc applicables d'une infinité de manières sur des surfaces analogues.

» Parmi ces surfaces se trouvent évidemment les quadriques; donc :

» *On peut d'une infinité de manières déformer une quadrique de telle sorte*

([1]) Les équations auxquelles satisfont les coordonnées tangentielles de deux réseaux applicables sont les équations (1) et (9), § XVII de mon Mémoire *Sur la déformation des surfaces* (*Journal de Mathématiques*, 1896).

que les sections perpendiculaires à un axe se transforment en courbes planes situées dans des plans parallèles et que les sections menées par cet axe se transforment en courbes planes, dont les plans sont perpendiculaires aux plans des premières transformées. »

ALGÈBRE. — *Les groupes d'ordre p^2q^2, p étant un nombre premier plus grand que le nombre premier q.* Note de M. **Le Vavasseur**, présentée par M. Darboux.

« Dans ce qui suit, G_m indique le groupe cyclique d'ordre m.

» GH désigne le *produit direct* du groupe G par le groupe H.

» Énumérons d'abord les groupes décomposables. Ce sont :

$$G_{p^2q^2} = G_{p^2}G_{q^2}; \qquad G_{p^2}(G_q)^2 = G_{p^2q}G_q; \qquad (G_p)^2G_{q^2} = G_pG_{pq^2}.$$

$$G^1_{p^2q}G_p \left\{ \begin{array}{l} [G^1_{p^2q} \text{ est défini par les équations } a^{p^2} = b^q = 1,\ ab = ba^\alpha, \\ \quad \text{où } \alpha \text{ appartient à l'exposant } q \pmod{p^2}]. \end{array} \right.$$

$$G^1_{pq^2}G_p \left\{ \begin{array}{l} [G^1_{pq^2},\ a^p = b^{q^2} = 1,\ ab = ba^\alpha, \\ \quad \alpha \text{ appartient à l'exposant } q \pmod{p}]. \end{array} \right.$$

$$(G_{pq})^2 = (G_p)^2(G_q)^2 = G_pG_qG_{pq},$$

$$G^1_{pq}G_{pq} = G^1_{pq}G_pG_q \left\{ \begin{array}{l} [G^1_{pq},\ a^p = b^q = 1,\ ab = ba^\alpha, \\ \quad \alpha \text{ appartient à l'exposant } q^2 \pmod{p}]. \end{array} \right.$$

$$G^2_{pq^2}G_p \left\{ \begin{array}{l} [G^2_{pq^2},\ a^p = b^{q^2} = 1,\ ab = ba^\alpha, \\ \quad \alpha \text{ appartient à l'exposant } q^2 \pmod{p}]. \end{array} \right.$$

$$G^{2,r}_{p^2q}G_q \left\{ \begin{array}{l} [G^{2,r}_{p^2q},\ a^p = b^r = c^q = 1,\ ab = ba,\ ac = ca^\alpha,\ bc + cb^{\alpha r}, \\ \quad \alpha \text{ appartient à l'exposant } q \pmod{p}]. \end{array} \right.$$

$$(G^1_{pq})^2,$$

$$G^3_{p^2q}G_q \left\{ \begin{array}{l} \{G^3_{p^2q},\ a^{(p,x^2-u)} = b^q = 1,\ ab = ba^j,\ u \text{ est non résidu quadratique } \pmod{p}, \\ \quad j \text{ appartient à l'exposant } q\ [\mathrm{modd}(p, x^2 - u)],\ q \text{ doit être impair}\}. \end{array} \right.$$

$$G^{3}_{12}G_3(G^3_{12},\ a^2 = b^2 = c^3 = 1,\ ab = ba,\ ac = cb,\ bc = cab).$$

» Voici maintenant les groupes non décomposables :

$$G^1_{p^2q^2} \left\{ \begin{array}{l} [a^{p^2} = b^{q^2} = 1,\ ab = ba^\alpha, \\ \quad \alpha \text{ appartient à l'exposant } q \pmod{p^2}]. \end{array} \right.$$

$$G^2_{p^2q^2} \left\{ \begin{array}{l} [a^{p^2} = b^{q^2} = 1,\ ab = ba^\alpha, \\ \quad \alpha \text{ appartient à l'exposant } q^2 \pmod{p^2}]. \end{array} \right.$$

$G^{1,r}_{p^2q^2}$ $\begin{cases} [a^p = b^p = c^{q^2} = 1,\ ab = ba,\ ac = ca^\alpha,\ bc = cb^{\alpha^r}, \\ \alpha \text{ appartient à l'exposant } q \pmod p;\ r \text{ est premier avec } q]. \end{cases}$

$G^{2,r}_{p^2q^2}$ $\begin{cases} (a^p = b^p = c^{q^2} = 1,\ ab = ba,\ ac = ca^\alpha,\ bc = c^{\alpha^r q}), \\ \alpha \text{ appartient à l'exposant } q^2 \pmod p;\ r \text{ est premier avec } q. \end{cases}$

$G^{3,r}_{p^2q^2}$ $\begin{cases} (a^p = b^p = c^{q^2} = 1,\ ab = ba,\ ac = ca^\alpha,\ bc = cb^{\alpha^r}), \\ \alpha \text{ appartient à l'exposant } q^2 \pmod p;\ r \text{ est premier avec } q. \end{cases}$

$G^4_{4p^2}$ $\begin{cases} [a^{(p,i^2+1)} = b^4 = 1,\ ab = ba^i, \\ p \text{ est un nombre premier de la forme } 4m+3]. \end{cases}$

$G^3_{p^2q^2}$ $\begin{cases} \{a^{(p,x^2-u)} = b^{q^2} = 1,\ ab = ba^j,\ u \text{ est non résidu quadratique} \pmod p, \\ j \text{ appartient à l'exposant } q\ [\text{modd}(p,\ x^2-u)],\ q \text{ est premier impair}\}. \end{cases}$

$G^4_{p^2q^2}$ $\begin{cases} \{\text{Mêmes équations de définition que pour } G^3_{p^2q^2}, \\ \text{seulement } j \text{ appartient à l'exposant } q^2\ [\text{modd}(p,\ x^2-u)]\}. \end{cases}$

G^5_{36} (spécial à l'ordre 36) $[a^{(2,x^2+x+1)} = b^q = 1,\ ab = ba^x)]$. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la capacité électrique des corps mauvais conducteurs.* Note de MM. **I.-I. Borgman** et **A.-A. Petrovski**, présentée par M. Lippmann.

« Nous avons l'honneur de présenter à l'Académie quelques résultats de nos expériences touchant la capacité électrique des corps mauvais conducteurs (liquides et gaz raréfiés), faites d'après la méthode décrite dans notre Communication précédente (1). Rappelons en quelques mots le principe de la méthode.

» Le fil conducteur, attaché à l'une des bornes d'un ruhmkorff, dont l'autre borne communique à la terre, s'attache à une électrode, que l'on peut déplacer le long d'une gouttière horizontale (80cm de longueur), creusée dans un bloc de paraffine et remplie d'eau. Les deux extrémités de cette gouttière sont munies d'électrodes en platine, communiquant avec les deux électrodes d'un tube de Geissler pour analyse spectrale. Quand on donne à l'électrode mobile une certaine position dans la gouttière, on remarque pendant l'action du ruhmkorff au milieu de la partie effilée du tube de Geissler un espace non illuminé très distinctement limité (un *nœud*). L'adjonction d'une capacité quelconque à l'une des électrodes du tube de Geissler provoque un déplacement du nœud dans la direction de cette électrode. Pour ramener le nœud dans sa position primitive, il faut adjoindre à l'autre électrode du tube une capacité égale à la première.

» Remarquons qu'un nœud très distinct ne peut-être obtenu que dans un tube

(1) *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 420; 1899.

Geissler *très bien raréfié*. Dans un tel tube, le nœud est court et tranché. Dans des tubes dont la raréfaction est moindre, le nœud est plus long et indistinctement limité.

» Comme capacité variable, servant à compenser la capacité mesurée, nous nous servions dans nos expériences d'une colonne de mercure, contenue dans une burette dont l'extrémité inférieure était munie d'une électrode en platine. Cette burette était attachée à un tube vertical en verre fixé au milieu d'une tablette en paraffine, soutenue par trois longs pieds en tubes de verre paraffinés.

» L'électrode de la burette communiquait au moyen de deux petits godets remplis de mercure et d'un fil conducteur très fin à l'une des électrodes du tube de Geissler. Nos expériences nous ont prouvé que la capacité de la colonne mercurielle contenue dans la burette était proportionnelle à la hauteur de la colonne. Dans la burette que nous employons (11^{mm} de diamètre, volume maximum de 50^{cc}), 11^{cc} de mercure ont une capacité égale à la capacité d'une sphère métallique d'un rayon de $2^{cm},35$. Une variation de la colonne mercurielle de 1^{cc} donnait déjà un déplacement très visible du nœud dans le tube de Geissler.

» Nous avons fait des recherches sur la capacité de colonnes de divers liquides, ainsi que sur la capacité de tubes remplis de gaz raréfiés (tubes de Geissler et de Lecher). Pour déterminer la capacité d'une colonne d'un liquide quelconque, nous en remplissions une burette égale à la burette décrite plus haut et fixée de la même manière. Pour déterminer la capacité d'un tube rempli d'un gaz raréfié, on attachait l'une des électrodes du tube [ou dans le cas d'un tube sans électrode (tube de Lecher), l'une des extrémités du tube, enveloppée d'un morceau de papier d'étain] au fil conducteur venant d'une électrode du tube de Geissler, dans lequel se formait le nœud. Nos expériences, dans lesquelles les corps expérimentés étaient *soumis*, comme on le fait en général dans la mesure des capacités électriques, *à des électrisations alternatives*, nous ont donné les résultats suivants :

» 1. Les capacités de colonnes de liquides bons conducteurs ont la même grandeur que les capacités d'égales colonnes de mercure.

» 2. Les capacités de colonnes de liquides mauvais conducteurs *sont autres* en général que les capacités d'égales colonnes de mercure. Seulement pour de petites hauteurs des colonnes de liquides mauvais conducteurs, leur capacité est égale à la capacité des colonnes de mercure. Si l'on augmente la hauteur des colonnes de ces liquides, la représentation graphique des résultats montre que leur capacité va en croissant plus lentement que l'accroissement de la hauteur et s'approche asymptotiquement d'une valeur maximum.

» 3. Les colonnes de liquides isolants (éther desséché, xylol, solution

d'alcool dans de l'éther jusqu'à vingt-deux parties d'alcool dans cent parties de solution) ne donnent pas de capacité.

» 4. La capacité d'un tube contenant un gaz raréfié (tube de Geissler) va en croissant à mesure que la pression du gaz diminue. Mais cet accroissement va seulement jusqu'à une certaine limite, comme on le voit d'après ce fait qu'un tube de Crookes n'a qu'une capacité très petite, égale à la capacité de son électrode, et que le tube de Crookes ne s'illumine pas, tandis qu'un tube de Geissler s'illumine dans les mêmes conditions.

» 5. Dans de longs tubes cylindriques remplis de gaz raréfiés, le gaz dans les conditions nommées ne s'illumine pas tout le long du tube. Toutefois, la partie lumineuse de la colonne gazeuse croît, à mesure que la pression du gaz diminue, parallèlement à l'accroissement de la capacité.

» 6. La capacité de quelques tubes de Geissler réunis en série est moindre que la somme des capacités de ces tubes, mesurées à part. En général, l'annexion de nouveaux tubes à une série de tubes de Geissler provoque des accroissements de capacité de plus en plus petits. Tout ce qui est dit se rapporte aussi aux tubes sans électrodes.

» 7. Si l'on place à quelque distance d'un tube de Geissler, parallèlement à lui, un autre tube bien isolé, on ne remarque pas d'accroissement de capacité du premier tube; mais si l'on fait communiquer l'une des électrodes du second tube avec la terre, la capacité du premier tube s'accroît considérablement; dans ce cas, les deux tubes s'illuminent. Les mêmes faits s'observent aussi avec des tubes sans électrodes, quand on fait communiquer avec la terre l'extrémité du second tube sans électrodes, enveloppée dans un morceau de papier d'étain.

» Nous avons aussi mesuré, d'après la méthode décrite, la capacité d'un anneau métallique, calculée par M. Boulgakoff, d'après des formules données par lui [1], et trouvée égale à 3,6; nos mesures ont donné une capacité égale à 3,8; mais il faut remarquer que, dans nos expériences, l'anneau n'était pas assez éloigné des corps conducteurs qui l'entouraient. »

---

[1] *Journal de la Soc. physico-chimique russe*, t. XXX, p. 103; 1898.

OPTIQUE. — *Sur une source intense de lumière monochromatique.* Note de MM. **Ch. Fabry** et **A. Perot**, présentée par M. A. Cornu.

« Beaucoup d'expériences d'Optique nécessitent l'emploi d'une source intense de lumière monochromatique. Les flammes contenant un sel de soude, d'un usage si fréquent, ne donnent pas toujours le résultat demandé : l'éclat intrinsèque de la flamme est assez médiocre, les radiations sont loin d'être rigoureusement monochromatiques et ne permettent que difficilement d'observer des interférences jusqu'à la cent-millième frange; on peut, il est vrai, augmenter l'éclat en employant la flamme oxhydrique, mais c'est aux dépens de la finesse des raies; enfin les deux radiations émises, voisines et difficiles à séparer, sont souvent une gêne. D'autres sels ne donnent pas lieu à cet inconvénient, mais sont inférieurs à ceux du sodium au point de vue de l'éclat et de la finesse des raies. Quant à d'autres sources parfois employées (étincelle d'induction, arc électrique contenant des métaux, etc.), leur éclat intrinsèque est élevé, mais la lumière qu'elles émettent ne permet pas d'obtenir des interférences à grande différence de marche. Les tubes à vapeur métallique de M. Michelson, qui donnent des radiations si remarquablement simples, sont malheureusement d'un emploi un peu compliqué et ne donnent pas une lumière extrêmement intense.

» Nous avons obtenu d'excellents résultats en employant comme source de lumière monochromatique l'*arc au mercure dans le vide,* découvert et étudié par M. Arons ([1]). L'arc électrique jaillit entre deux surfaces de mercure, dans un espace clos et parfaitement vide d'air. L'allumage se produit en donnant à l'appareil une légère secousse, qui amène pour un instant les deux surfaces au contact; l'arc s'établit et subsiste sous forme d'une flamme de couleur blanchâtre.

» La forme d'appareil que nous utilisons, construite par M. Chabaud, est constituée par une ampoule de verre cylindrique, contenant du mercure jusqu'au tiers de sa hauteur; ce mercure est divisé en deux masses électriquement isolées l'une de l'autre par un tube de verre, concentrique à l'ampoule, qui débouche au ras du niveau du mercure. Chacune des masses de mercure est mise en communication, par un fil de platine soudé dans le verre, avec l'un des pôles d'une source de courant continu, le mer-

---

([1]) *Wiedemann's Annalen,* t. XLVII, p. 767, 1892, et t. LVIII, p. 73, 1896.

cure central avec le pôle négatif. Un vide aussi parfait que possible a été fait dans l'ampoule. Par une légère secousse, les deux masses de mercure arrivent au contact, puis se séparent par capillarité en donnant naissance à un arc.

» La différence de potentiel ne dépasse pas 15 volts, mais pour que l'arc soit stable il faut que la force électromotrice soit d'au moins 30 volts; on peut naturellement employer une source à potentiel plus élevé, en intercalant, dans tous les cas, un rhéostat dans le circuit. L'arc subsiste avec un courant de deux à trois ampères; l'appareil peut supporter un courant plus intense, et son intensité lumineuse peut s'élever à 1 carcel.

» La surface de la source étant petite, son éclat intrinsèque est très élevé. Le fonctionnement de l'appareil ne nécessite aucune surveillance, même pour des expériences de longue durée.

» Le spectre de cette source est identique à celui des tubes de M. Michelson, à vapeur de mercure; en laissant de côté des raies peu brillantes, il comprend une raie violette, une verte et deux jaunes, dont les longueurs d'onde sont [1] :

$0^{\mu},435\,80$ environ; $0^{\mu},546\,074\,24$; $0^{\mu},576\,959\,84$; $0^{\mu},579\,065\,93$.

» Quoique ces raies ne soient pas aussi fines que celles que donnent les tubes à vapeur de mercure, elles permettent encore d'observer des interférences avec de très grandes différences de marche. Avec la raie verte, qui est de beaucoup la plus brillante, on peut observer jusqu'à la quatre-cent-millième frange (différence de marche 22^{cm}). La constitution de cette raie est la même avec cette source qu'avec les tubes de M. Michelson [2].

» Si l'on veut utiliser l'arc au mercure comme source de lumière monochromatique, il faut isoler l'une des radiations, la verte par exemple. On peut y arriver au moyen d'un prisme, ou plus simplement par l'emploi de

---

(1) Voir *Annales de Chimie et de Physique*, mars 1899.

(2) La constitution de cette raie est très complexe; une étude très approfondie, par notre méthode de spectroscopie interférentielle, nous a permis d'y découvrir cinq composantes, distribuées de la manière suivante : Si, partant de la composante principale, dont l'éclat est très prédominant, on s'éloigne vers le rouge, on rencontre, à des distances $\frac{\lambda'-\lambda}{\lambda}$ comptées à partir de cette composante principale, d'abord une raie extrêmement voisine $\left(\frac{\lambda'-\lambda}{\lambda}=1,6\times10^{-6}\right)$, puis une composante plus faible à la distance 15×10^{-6}, puis enfin une raie très faible à la distance 25×10^{-6}. Du côté violet, à la distance 9×10^{-6}, se trouve une autre composante très faible. Ces raies, toutes bien moins intenses que la composante principale, ne sont généralement pas gênantes.

milieux absorbants. Un faible verre jaune ou une mince couche d'une solution de bichromate de potasse absorbe la raie violette; le chlorure de didyme en solution saturée sous une épaisseur de quelques millimètres présente une bande d'absorption qui recouvre les deux raies jaunes; un mélange de ces deux sels ne laisse passer, sans l'affaiblir, que la raie verte. Une faible dissolution d'éosine ne laisse passer que les deux radiations jaunes. Tous ces liquides peuvent être placés dans de petites cuves que l'on colle à l'oculaire de l'appareil d'observation.

» Enfin la raie violette est d'un emploi très commode pour la photographie en lumière monochromatique; il est inutile d'éliminer les raies jaune et verte, qui sont sans action sur les plaques ordinaires, mais il faut se débarrasser de plusieurs radiations situées au delà de la raie violette; il suffit d'interposer une dissolution d'un liquide fluorescent, tel qu'une dissolution acide de sulfate de quinine.

» La lumière de l'arc au mercure dans le vide peut être commodément employée pour la détermination des numéros d'ordre de franges, par la méthode des coïncidences. Son éclat n'est pas toujours suffisant pour des expériences de projection; nous rappellerons ici que l'on obtient une lumière encore plus éclatante en faisant jaillir l'arc électrique, dans l'air, entre une surface de mercure (pôle +) et un charbon. Nous avons fait construire, par M. Pellin, un appareil qui se place dans une lanterne à projection ordinaire, pour la production de cet arc. Les raies données par cette source sont beaucoup moins fines que celles de l'arc dans le vide; elles permettent cependant de réaliser en projection et en lumière monochromatique la plupart des expériences d'Optique. »

CHIMIE. — *Sur le rapport des poids atomiques de l'oxygène et de l'hydrogène.* Note de M. A. **Leduc**, présentée par M. Lippmann.

« La synthèse de l'eau en poids m'a conduit, pour le rapport des poids atomiques de l'oxygène et de l'hydrogène, au nombre 15,88, que je considère comme approché à moins de $\frac{1}{10000}$ près par excès.

» Une autre méthode, fondée sur la détermination des densités de l'hydrogène, de l'oxygène et du mélange tonnant, m'ayant conduit à un nombre sensiblement inférieur (15,868), j'en ai conclu que le mélange, à volume constant et à 0°, de 2 volumes d'hydrogène avec 1 volume d'oxygène, pris tous deux à la pression atmosphérique, devait donner lieu à une

augmentation de pression de $\frac{1}{4000}$, soit $0^{mm},19$ de mercure (¹). C'est précisément ce que viennent d'observer MM. P. Sacerdote et D. Berthelot (²).

» Bien que cette augmentation de pression ne puisse être mesurée qu'à quelques centièmes de millimètre près, il y a lieu de remarquer que des deux expériences dont ils citent les résultats ($0^{mm},15$ et $0^{mm},21$), la première se rapproche le plus des conditions envisagées plus haut.

» Admettons donc que, dans lesdites conditions, l'augmentation soit de $0^{mm},15$ seulement, c'est-à-dire $\frac{1}{5000}$. On aurait alors, pour déterminer la composition en volumes de l'eau, l'équation

$$x \times 0{,}06948 + (1 - x)1{,}10523 = 1{,}0002 \times 0{,}41423.$$

» On en tire, pour le rapport des poids atomiques de l'oxygène et de l'hydrogène,

$$\frac{2(1 - x)1{,}10523}{x \times 0{,}06948} = 15{,}878,$$

valeur par défaut.

» Je trouve dans ce résultat une confirmation remarquable du nombre adopté plus haut, ainsi que de mes diverses déterminations. »

PHYSIQUE. — *Sur l'augmentation de pression produite par le mélange de deux gaz et sur la compressibilité du mélange.* Note de M. **Daniel Berthelot**, présentée par M. H. Becquerel.

« Lorsque deux gaz, primitivement à la même pression, se mélangent sans variation de volume ni de température, il se produit, en général, une légère augmentation de pression Δp.

» A la suite de quelques expériences fort précises de MM. Leduc et Sacerdote sur ce phénomène, j'ai émis l'idée (*Comptes rendus*, 13 juin 1898) que l'on peut calculer Δp en imaginant une suite d'opérations telle que la diffusion se fasse à l'état gazeux parfait. On suppose les deux gaz placés dans deux corps de pompe fermés par des pistons mobiles que l'on soulève jusqu'à ce que la pression soit devenue infiniment faible. On met alors les récipients en communication et l'on ramène les pistons à leur position initiale.

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, numéro du 3 septembre 1898 (p. 56 du tirage à part).

(²) *Comptes rendus*, 27 mars 1899.

» Le calcul de ce cycle exige que l'on connaisse non seulement la compressibilité des gaz séparés, mais encore celle du mélange entre une pression très faible et la pression de l'expérience. Cette dernière donnée faisant défaut, j'avais dû la calculer en admettant certaines hypothèses. Les mesures de compressibilité des mélanges gazeux faites depuis par M. Sacerdote et par moi-même (*Comptes rendus*, 27 mars 1899) permettent une vérification purement expérimentale :

» 1° Mélange $SO^2 + CO^2$. — Le coefficient d'écart A_0^t à la loi de Mariotte à 0° est égal (les pressions étant exprimées en centimètres de mercure) à 174×10^{-6} pour $SO^2 + CO^2$; à 310×10^{-6} pour SO^2 et à 88×10^{-6} pour CO^2. On en déduit $\Delta p = 1^{mm},52$. L'expérience directe donne le nombre voisin $1^{mm},36$.

» 2° Mélange atmosphérique. — Les valeurs de A_0^1 à 0° sont égales à 7×10^{-6} pour l'air, à 10×10^{-6} pour l'oxygène, à 5×10^{-6} pour l'azote. On en déduit $\Delta p = 0^{mm},01$, quantité inférieure aux erreurs de mesure : ce qui est d'accord avec les mesures très exactes sur la densité de l'air et de ses éléments faites par Lord Rayleigh et M. Leduc.

» 3° Mélange H + O. — Les valeurs de A à 0° sont égales à -2×10^{-6} pour H + O; à -8×10^{-6} pour H; à $+10 \times 10^{-6}$ pour O. On en déduit $\Delta p = 0^{mm},17$. L'expérience directe donne la valeur voisine $0^{mm},20$.

» L'emploi du cycle proposé se trouve donc justifié par l'expérience. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Recherches sur la séparation de traces de brome existant dans les chlorures*. Note de M. **H. Baubigny**, présentée par M. Troost.

« J'aurais considéré comme incomplète la méthode de séparation du chlore et du brome dont j'ai commencé l'étude avec M. P. Rivals [1], si je m'étais borné au cas général, c'est-à-dire à celui où les deux éléments se rencontrent dans le mélange en quantité notable. Le problème présente, en effet, un égal intérêt lorsqu'il s'agit de la recherche et du dosage de l'un de ces corps en présence d'un grand excès de l'autre, ce qui a lieu soit lors de l'analyse de certaines eaux minérales, soit lorsqu'il s'agit de vérifier la pureté des bromures, considérés comme agents thérapeutiques.

» Examinons d'abord la première question, celle où il y a excès de chlorure. A 100°, comme nous l'avons montré, la séparation du chlore et du brome n'est possible que si la richesse de la solution, en chlorures, ne dépasse pas un *quantum* déterminé, parce qu'au delà de cette teneur il

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 527 et 607.

y a aussi mise en liberté de chlore, et en proportion d'autant plus grande qu'il y a plus de chlorure pour un même volume de liqueur. Or le dosage de quantités minimes d'une substance dans un mélange donné exige, pour présenter des garanties, l'emploi d'un poids relativement élevé de matière. En la circonstance, on serait donc conduit à faire usage d'un volume liquide considérable. A cela, il n'y a aucune impossibilité théorique; mais, en fait, la pratique se compliquerait au point de rendre la recherche extrêmement pénible et fort délicate.

» Ayant observé que l'action des agents oxydants sur les chlorures diminue d'intensité si l'on abaisse la température, j'ai cherché alors, en mettant à profit cette remarque, à opérer sur des solutions plus concentrées. Comme les avantages ne sont pas encore assez nettement accusés à 70° et même à 50°, puisque à ces températures on ne peut encore augmenter arbitrairement la concentration, j'ai essayé l'oxydation à froid, me laissant guider, en cela, par les résultats de nos premiers essais de séparation : ceux obtenus en évaporant à siccité et dans le vide, à la température ordinaire, la dissolution saline en présence du mélange oxydant. Nous avons montré, par ces expériences (1), que les bromures sont oxydés avec mise en liberté de la totalité du brome, sans qu'il y ait apparence d'attaque des chlorures. J'ai donc été amené ainsi à étudier ce qui se passe *à froid* dans un milieu très riche en sel marin et en sulfate de cuivre, étant donné que, d'une façon générale, la décomposition des bromures est d'autant plus rapide que la teneur du liquide en sel de cuivre est plus élevée. Le volume de liqueur n'a plus alors rien d'excessif, non plus que le poids du sulfate mis en œuvre, puisque dans 30^{cc} d'une solution de ce dernier composé, saturée à froid (ce qui représente très sensiblement 10^{gr} de $CuSO^4 + 5H^2O$ cristallisé), on peut faire dissoudre 12^{gr} de chlorure de sodium, cela grâce au double échange qui s'effectue entre le sulfate et le chlorure.

» Toutefois le procédé n'est pas sans présenter quelques inconvénients : d'abord, en ce qui concerne les bromures, considérés isolément, leur décomposition ne *s'achève* que lentement à la température ordinaire, bien que ce défaut s'atténue d'autant plus que le volume de la dissolution est plus petit, parce que la mise en liberté du brome est plus rapide; elle nécessite cependant encore plusieurs heures, même en aidant au départ du brome libre par entraînement mécanique.

» D'autre part, l'expérience prouve que, même à 15° et 18°, avec un

(1) *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 859.

liquide très riche en chlorure, il y a production d'un peu de chlore, de très faibles quantités bien entendu, mais certaines; par exemple de 1^{mgr} à 2^{mgr} pour une durée de cinq à huit heures, si l'on opère avec 12^{gr} de sel marin dans 30^{cc} d'une solution saturée de sulfate de cuivre contenant $1^{gr},2$ de permanganate. Pendant le cours de l'opération, il est impossible de sentir le chlore à l'extrémité du tube par lequel le courant d'air sort du ballon à réaction, et cela se comprend du reste, la décomposition du chlorure étant extrêmement lente; mais on le constate par l'étude du liquide alcalin si l'on a adapté le condensateur, ou bien en laissant reposer le mélange deux ou trois heures dans l'appareil et en y faisant ensuite passer un courant d'air assez lent. On perçoit alors nettement au premier instant l'odeur du chlore.

» *A priori*, il semblerait qu'il y a contradiction entre ce fait et la précision des résultats trouvés lors des dosages du brome et du chlore par la méthode d'oxydation et d'évaporation dans le vide. Cette contradiction n'est qu'apparente, et tout s'explique si l'on remarque : 1° que ce dernier procédé n'a été appliqué qu'à des poids de sels de cinquante à cent fois moins forts que celui employé dans l'expérience précitée; 2° que l'attaque des chlorures ne se produit à froid que si la solution est saturée, ou presque, en chlorure et sel de cuivre; 3° qu'elle est très lente; 4° enfin que cette attaque cesse dès que le mélange est sec.

» La décomposition des chlorures, lors de l'emploi de la méthode par dessiccation, ne peut donc pas être sensible, vu les poids minimes employés, puisque leur oxydation ne pourrait avoir lieu que lorsque le liquide est réduit à un très petit volume, qui, dans le vide, est alors amené rapidement à l'état de siccité. Le moment critique est donc relativement court et il n'y a qu'une ébauche d'action qui ne comporte qu'une erreur hors de toute limite d'appréciation possible.

» En résumé, si l'on traite *à froid* un poids notable de chlorure mis en solution saturée ou presque et très riche en sulfate de cuivre, par le permanganate ($\frac{1}{10}$ du poids du chlorure environ), on peut en retirer la totalité du brome que le chlorure contenait sous forme de bromure, mais en même temps il y a mise en liberté de traces de chlore.

» La solution du problème posé n'en est cependant pas faussée; il suffit de reprendre le liquide alcalin du condensateur où ont été recueillis le chlore et le brome, et de traiter à nouveau à 100° par la méthode générale ce liquide qui ne renferme plus que des traces minimes de chlore; toutefois, après l'avoir préalablement préparé pour cette opération, en sui-

vant rigoureusement les indications données à ce sujet dans une Note précédente [1], pour un cas similaire.

» Comme exemple de la précision de la méthode, je me bornerai à donner les résultats des deux essais faits par ce procédé :

NaCl employé.	KBr ajouté (solution titrée).	Valeur en AgBr du KBr ajouté.	AgBr retrouvé après la seconde opération.
gr 5	gr 0,00348	0,0055	0,0054
12	0,00525	0,0083	0,0081

» On voit comme il est aisé de parer à la formation d'un peu de chlore et de conserver au résultat toute sa précision. D'ailleurs ce chlore dégagé lors de l'opération initiale, en activant la décomposition du bromure, favorise même en quelque sorte la recherche, en ce qu'il en abrège la durée, comme me l'ont montré des expériences comparatives faites avec des poids identiques de bromure, ajoutés seuls ou en présence d'un grand excès de sel marin à des volumes égaux de mélange oxydant. A froid, l'action du chlore est plus rapide que celle par oxydation; et en fin de compte on gagne en temps par ce fait, malgré la nécessité d'une double distillation.

» Aussi cette observation m'a-t-elle conduit à perfectionner le procédé dans le sens que j'indiquerai prochainement. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur les impuretés de l'aluminium.* Note de M. **Adolphe Minet.**

« On sait que les impuretés de l'aluminium ont pour premier effet de rendre ce métal plus attaquable par les agents chimiques, avec cette circonstance aggravante que, tandis que l'aluminium pur présente, au contact de ces agents, une usure normale qui permet d'en fixer *a priori* la durée, l'aluminium impur se corrode très irrégulièrement, au point qu'on ne peut accorder aux objets qui en sont formés qu'une confiance limitée.

» Les impuretés de l'aluminium produit avec les nouvelles méthodes

---

[1] *Méthode générale de séparation du chlore, du brome et de l'iode mélangés à l'état de sels d'argent* (*Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 53).

électrolytiques [1] sont formées généralement de silicium, de fer et de traces de carbone : leurs proportions, qui étaient d'environ *un centième* peu après les premières applications de ces méthodes, ne dépassent guère aujourd'hui *quinze dix-millièmes*. Voici d'ailleurs les chiffres trouvés à différentes époques :

	Années		
	1890.	1893.	1897.
Silicium	0,90	0,25	0,02
Fer	0,40	0,40	0,12
Aluminium	98,70	99,35	99,86
	100,00	100,00	100,00

» On remarque que les proportions de silicium sont allées sans cesse en s'affaiblissant, jusqu'à devenir négligeables, tandis que celles du fer restent appréciables.

» Il faut, pour expliquer ce fait, remonter aux sources mêmes des impuretés. Le silicium provient principalement des produits d'alimentation et du charbon des électrodes, substances qui sont rarement exemptes de silice, mais qu'on a réussi à purifier suffisamment; le fer est fourni par la cuve, ou son armature, et peut être évité avec certaines dispositions que nous allons décrire.

» PREMIER TYPE DE FOUR. — Le bain est maintenu fondu, moitié par le courant, moitié par une source extérieure de chaleur. L'appareil est formé d'une cuve en fonte de fer VV (*fig.* 1) de forme parallélépipédique, revêtue extérieurement d'une garniture en maçonnerie MM, la protégeant contre les gaz surchauffés qui l'entourent.

» Les électrodes sont en charbon; la cathode C est disposée immédiatement au-

(1) L'électrométallurgie de l'aluminium est basée sur l'électrolyse d'un bain fondu, composé d'un mélange de fluorure double d'aluminium et de sodium et de fluorures et chlorures de métaux alcalins et alcalino-terreux; cette addition de sels étrangers a pour principal but d'abaisser la température du point de fusion du bain, tout en lui conservant le maximum de fluidité.

Le bain est contenu dans une cuve en fonte de fer, garnie ou non intérieurement d'une couche de charbon aggloméré; il est amené à l'état de fusion ignée et maintenu fondu par le courant qui le traverse, ou partie par le courant, partie par une source extérieure de chaleur. Les électrodes sont formées de charbon aggloméré.

L'alimentation du bain s'opère par un mélange d'alumine, de fluorure d'aluminium et des différents sels qui constituent l'électrolyte, de façon à maintenir constants son niveau et sa composition.

dessus d'un creuset *cc*, en charbon de même nature que les électrodes, où s'écoule l'aluminium, au fur et à mesure de sa formation sur la cathode.

» Afin d'empêcher la cuve d'être attaquée par le bain, qui se trouverait, de ce fait, rapidement chargé de sels de fer, facilement décomposables par le courant, on la place en dérivation sur la cathode par l'intermédiaire d'une résistance R, calculée de façon qu'il ne passe par la cuve que les $\frac{5}{100}$ du courant total; grâce à cet artifice, les parois intérieures de la cuve sont recouvertes d'une couche infiniment faible d'aluminium, sans cesse renouvelée, qui la garantit de toute corrosion.

» J'ai obtenu avec ce type de four, imaginé en 1887, de l'aluminium où les impuretés n'excédaient pas 0,51 pour 100, dont 0,33 pour 100 de silicium, 0,18 pour 100 seulement de fer; les produits d'alimentation n'avaient pas leur degré actuel de pureté, d'où les proportions assez importantes de silicium.

Fig. 1.

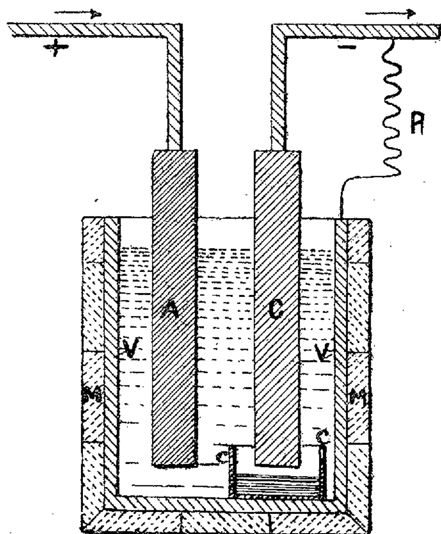
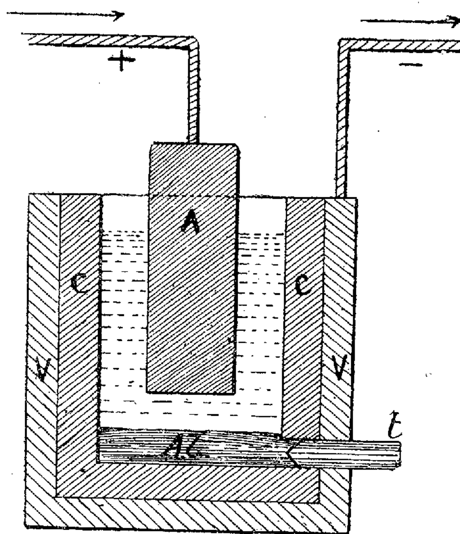


Fig. 2.



» Si ce dispositif donne de l'aluminium à un assez grand degré de pureté, il est peu pratique, en ce sens que la cuve métallique est rapidement mise hors d'usage, ayant à subir une double détérioration : celle causée par l'aluminium qui se dépose sur ses faces intérieures et se répand dans sa masse, en formant un alliage fusible de ferro-aluminium, et celle due aux gaz chauds qui l'environnent; au bout de huit à dix jours de marche, la cuve laisse filtrer le bain et se trouve ainsi hors de service.

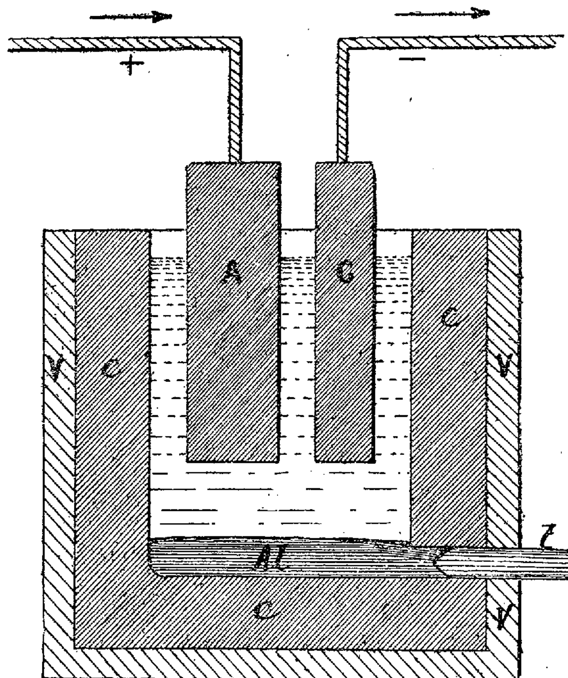
» Deuxième type de four. — Avec cet appareil, le bain est maintenu fondu par le courant seul. La cuve a conservé la forme parallélépipédique; elle est nue à l'extérieur et garnie intérieurement d'une couche de charbon CC (*fig.* 2); elle remplit les fonctions d'électrode négative. On la dénomme communément *cuve-cathode*.

» Au début de l'opération, la proportion de fer dans l'aluminium est très faible et peut descendre à 0,1-0,2 pour 100; mais, à la température élevée où elle se trouve, la garniture en charbon laisse *filtrer* facilement le bain, qui se trouve bientôt en con-

tact avec la cuve métallique; dès lors cette dernière, étant en communication électrolytique avec l'anode A, reçoit sur ses parois intérieures de l'aluminium accompagné de certaines quantités de sodium, ce dernier métal provenant de l'électrolyse du chlorure de sodium ou du fluorure de sodium, parties constituantes du bain, qui, à la tension de 8 volts, force électromotrice atteinte généralement dans l'électro-métallurgie de l'aluminium, peut se produire en même temps que celle du fluorure d'aluminium, la décomposition de ce dernier sel restant toutefois prédominante.

» Lorsque le sodium se dépose sur les parois intérieures de la garniture en charbon,

Fig. 3.



cela n'offre aucun inconvénient; il réduit le fluorure d'aluminium qu'il rencontre, en se transformant en fluorure de sodium et mettant en liberté des quantités équivalentes d'aluminium; au contraire, lorsque le sodium prend naissance au point de séparation de la cuve métallique et de sa garniture, il ne trouve pas des quantités suffisantes de fluorure d'aluminium pour disparaître; il se répand alors dans la masse de la garniture, la corrode et la transforme en bouillie.

» L'aluminium produit avec ce dispositif, presque pur au début, devient de plus en plus ferreux; certaines cuves de ce type durent environ trente à quarante jours, d'autres sont mises presque immédiatement hors de service.

» Lorsque l'aluminium doit être transformé en alliage, on peut tirer un bon parti de ce type de four, qui est le plus pratique, industriellement parlant, en formant la cuve du métal ou d'un des métaux qui entrent aussi dans l'alliage, de sorte que si dans le cours de l'électrolyse, à la suite de la corrosion de la garniture intérieure, le

bain se souille du métal de la cuve, cela ne constitue pas, à proprement parler, une impureté; on élimine ainsi les dernières traces de fer.

» Troisième type de four. — Le bain est maintenu fondu par le courant seul. Ce dispositif tient le milieu entre les premier et deuxième types. La cuve métallique VV (*fig.* 3) est nue à l'extérieur; elle est garnie intérieurement d'une couche de charbon *cc* dont on exagère l'épaisseur; elle est indépendante des électrodes; l'aluminium s'écoule de la cathode C dans une cavité ménagée au centre même du fond de la garniture, d'où on la retire par le trou de coulée *t*.

» La garniture intérieure, n'étant le siège d'aucune réaction électrolytique, comme dans le deuxième type, dure beaucoup plus longtemps; il en est de même de la cuve métallique, qui peut être amenée, par refroidissement extérieur ou par son éloignement du bain, à une température inférieure à celle du point de fusion de ce dernier.

» Toute communication entre la cuve métallique et la masse du bain est donc complètement supprimée, et aussi l'afflux dans le bain du métal de la cuve.

» Dans le cas où l'aluminium est destiné à former un alliage, on peut, comme avec le deuxième dispositif, remplacer la fonte de fer, qui constitue généralement la cuve métallique, par le métal ou l'un des métaux qui doivent entrer dans cet alliage.

» On peut aussi prévoir une garniture de charbon suffisamment épaisse et un refroidissement extérieur assez grand pour que la température de la cuve métallique n'excède pas 500°, celle du bain étant abaissée et maintenue à 750° environ; dans ces conditions, la cuve métallique peut être *en aluminium* et l'on obtient alors un métal ne renfermant plus, comme impuretés, que des traces de silicium. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le phosphure de magnésium.* Note de M. **Henri Gautier** (1), présentée par M. Henri Moissan.

« Les phosphures métalliques ont été récemment l'objet d'une étude approfondie de la part de M. Granger, qui a réussi, par divers procédés, à en préparer un certain nombre qui n'étaient pas encore connus. Dans son travail, M. Granger (2), après avoir soumis à un nouvel examen le procédé indiqué autrefois par M. Parkinson (3), pour la préparation du phosphure de magnésium, conclut que, si ce savant a obtenu une composition constante pour ce phosphure, c'est parce qu'il opérait toujours dans les mêmes conditions, mais qu'il est impossible de préparer ce composé par voie directe, aucun vase ne pouvant résister à l'action combinée du magnésium et du phosphore.

(1) Travail fait au laboratoire des Hautes Études de M. Moissan.

(2) Granger, *Thèse de doctorat*, 1898.

(3) Parkinson, *Journal of the chemical Society*, 1867, p. 309.

» Nous espérons démontrer dans cette Note que le phosphure de magnésium peut être obtenu sensiblement pur par l'union directe de ses éléments, et nous indiquerons quelques-unes des propriétés de ce phosphure.

» Pour préparer ce phosphure, on place à une petite distance l'une de l'autre, dans un tube en verre peu fusible, deux nacelles en graphite contenant l'une de la limaille de magnésium pur et l'autre du phosphore rouge bien sec. Le tube en verre est placé sur une petite grille à gaz et celle de ses extrémités où se trouve la nacelle à phosphore est reliée à un appareil fournissant de l'hydrogène sec. Lorsque l'air du tube est complètement chassé par le courant d'hydrogène, on chauffe au rouge le magnésium, puis on fait distiller le phosphore un peu rapidement. La combinaison a lieu avec une grande facilité : dès que la vapeur de phosphore arrive au contact du magnésium il se produit un vif dégagement de chaleur, la teinte rouge du magnésium devient plus claire que celle du tube; on continue pendant un certain temps le courant de vapeur de phosphore, puis ensuite celui d'hydrogène pour chasser l'excès de cette vapeur et on laisse refroidir dans le courant gazeux.

» La difficulté est de sortir la nacelle du tube : celui-ci contient en effet de part et d'autre de la nacelle du phosphore divisé qui s'enflamme dès qu'on ouvre le tube. Pour éviter cet inconvénient, on fait dépasser le tube de la grille d'environ 20^{cm} et l'on a soin d'engager préalablement cette partie du tube dans la douille d'une cloche de verre. Quand l'expérience est terminée, on remplit la cloche de neige d'anhydride carbonique, la température du phosphore se trouve abaissée, on ouvre le tube dans une atmosphère d'anhydride carbonique, et il est dès lors facile de sortir la nacelle.

» Si l'on a eu soin de ne pas tasser le magnésium dans la nacelle et de n'en pas mettre une épaisseur supérieure à 5^{mm} ou 6^{mm}, on trouve la nacelle tapissée de petits cristaux brillants, d'un gris verdâtre foncé, très rapidement altérables à l'air humide, et qui ne peuvent être conservés qu'en tubes scellés.

» Ces cristaux sont en effet décomposés par l'eau avec une extrême facilité : il se produit un dégagement d'hydrogène phosphoré et un dépôt de magnésie; celle-ci présente souvent une teinte légèrement grisâtre qu'elle doit à des traces de carbone provenant de la nacelle et à une petite quantité de magnésium non transformé en phosphure.

» Le gaz hydrogène phosphoré que l'on obtient ainsi est bien le phosphure gazeux PH^3; il est entièrement absorbable par la solution de sulfate de cuivre et, chauffé dans une cloche courbe avec des fils de cuivre réduit, il fournit un volume d'hydrogène égal à une fois et demie son propre volume.

» Le phosphure de magnésium a été analysé de la façon suivante :

» Un poids connu de ce phosphure est placé dans un petit ballon à distiller mis en communication avec un tube à boules contenant une solution d'azotate d'argent, puis l'on fait arriver dans le ballon un courant d'air chargé de vapeur d'eau par son passage dans un flacon rempli d'eau tiède. Tout le phosphore se dégage à l'état d'hydrogène phosphoré qui se transforme en phosphure d'argent au contact de la solution d'azotate.

» Ce phosphure d'argent est oxydé au moyen de l'acide azotique, et, après avoir éliminé l'argent par l'acide chlorhydrique, on dose l'acide phosphorique dans le liquide. On adapte ensuite au ballon un tube à entonnoir et on le relie par l'intermédiaire de tubes desséchants à un tube rempli d'oxyde de cuivre mis en communication avec un tube à ponce sulfurique. En faisant arriver par le tube à entonnoir une solution étendue d'acide sulfurique, on dissout la magnésie en même temps que le magnésium libre donne de l'hydrogène, dont la transformation en eau permet de connaître le poids de métal non combiné. La solution de sulfate de magnésium filtrée est précipitée à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien et fournit le magnésium total. En opérant ainsi nous avons trouvé que le phosphure de magnésium, préparé comme nous l'avons indiqué, pouvait contenir de 3 à 4 pour 100 de magnésium non combiné. Après soustraction de la valeur de cette impureté, nous avons obtenu, pour la composition du phosphure de magnésium, les chiffres suivants :

	I.	II.	Théorie pour P^2Mg^3.
Magnésium...........	54,12	54,23	53,73
Phosphore...........	46,01	45,90	46,27

» Le phosphure d'hydrogène, préparé par la méthode que nous venons de décrire, correspond donc à la formule P^2Mg^3.

» Nous avons indiqué plus haut son action sur l'eau; il réagit de même assez vivement sur un certain nombre de corps simples et composés.

» Chauffé au rouge sombre dans un courant d'oxygène sec, il s'oxyde avec incandescence en se transformant en phosphate de magnésium, mais, à froid, il reste inaltéré dans l'oxygène ou dans l'air parfaitement secs.

» Chauffé dans un courant de chlore, il y brûle avec une vive lumière en donnant du chlorure de magnésium et du chlorure de phosphore.

» Le brome et l'iode ne réagissent pas à froid, mais ils se comportent comme le chlore sous l'influence de la chaleur; la réaction est seulement moins vive.

» L'acide chlorhydrique décompose le phosphure de magnésium avec une vive effervescence : il se dégage du phosphure d'hydrogène.

» L'acide sulfurique concentré l'attaque lentement avec formation de sulfate de magnésium et d'acide phosphorique.

» Au contact de l'acide azotique, le phosphure de magnésium s'enflamme : on obtient de l'azotate de magnésium et de l'acide phosphorique.

» En résumé la combinaison directe du magnésium et du phosphore fournit un phosphure de formule P^2Mg^3. Ce composé se détruit par l'eau avec une grande facilité en donnant de la magnésie et du phosphure d'hydrogène gazeux pur. Son action chimique est très grande : il réagit facilement sur les métalloïdes de la première et de la deuxième famille. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la flamme de l'hydrogène.* Note de MM. **Schlagdenhauffen** et **Pagel**, présentée par M. Henri Moissan.

« Les auteurs s'accordent généralement à dire que la flamme de l'hydrogène est très pâle, mais peu d'entre eux mentionnent, comme le font Berzélius (2e édition, t. I, p. 146) et Orfila (*Traité de Chimie*, p. 103; 1831), qu'elle peut être verte ou bleue, selon le degré de pureté du gaz.

» Obtenu par la décomposition de l'eau au moyen de la pile, l'hydrogène, en brûlant, ne fournit, il est vrai, qu'une lumière peu éclairante, mais, quand il est préparé avec de la grenaille ou des cylindres de zinc et de l'acide sulfurique, garantis purs, la flamme présente parfois, à la partie centrale, un filet verdâtre ou légèrement bleuté, apparent surtout quand on a soin de fixer sur le tube à combustion, avec du plâtre, un petit cône de platine de chalumeau. La flamme change, par conséquent, d'aspect. Cette modification ne peut évidemment tenir qu'à la présence d'éléments étrangers, en petites proportions seulement, contenus dans le zinc.

» Si le gaz passe à travers des flacons contenant des solutions de potasse, d'acétate de plomb, de sublimé, d'azotate ou de sulfate d'argent, les impuretés y sont retenues et l'hydrogène enflammé à l'extrémité de l'appareil ne brûle plus qu'avec sa flamme pâle caractéristique. *A priori*, on ne voit pas qu'il puisse y avoir le moindre doute à cet égard, cependant il suffit d'opérer d'une certaine manière pour reconnaître qu'il n'en est pas ainsi.

» Voici d'ailleurs les conditions dans lesquelles nous nous plaçons pour obtenir la modification de la teinte pâle et peu éclairante de la flamme :

» 1° Nous l'écrasons avec un tube ouvert aux deux bouts ou avec un simple tube à gaz;

» 2° Nous maintenons le tube ouvert incliné au-dessus de la flamme et le soulevons ou l'abaissons à des hauteurs variables jusqu'au moment où elle devient chantante. Dans ce cas, on aperçoit dans le tube intérieur, abducteur du gaz, non seulement un cône lumineux bleu, signalé il y a fort longtemps déjà par Schrötter, mais aussi un mince filet bleu dans la flamme jaune extérieure. Quand on vient à incliner le tube large extérieur, la coloration jaune disparaît et se trouve remplacée par du bleu. La flamme alors cesse de chanter puisque les conditions de vibration de l'air dans l'intérieur du gros tube ne sont plus les mêmes que précédemment;

» 3° Nous faisons passer le gros tube par-dessus le tube à combustion et enflammons le gaz par le haut. La flamme se colore aussitôt en bleu et conserve sa coloration aussi longtemps qu'on ne change pas la position du tube.

» 4° Quand on enflamme le gaz et qu'on recouvre le tube à combustion avec un autre tube ouvert d'un diamètre tel que la flamme ne devienne pas chantante, on remarque, suivant le débit plus ou moins rapide du gaz, des jets de flammes bleues qui montent dans le tube extérieur et disparaissent en arrivant à l'extrémité supérieure;

» 5° En recouvrant lentement la flamme au moyen d'un entonnoir, à la façon d'éteindre une bougie par un éteignoir, la teinte pâle disparaît insensiblement, tandis que la coloration bleue s'accentue de plus en plus et prend son éclat maximum au moment où le bec du tube à combustion s'engage dans l'étranglement. La coloration de la flamme est alors uniformément bleue;

» 6° En écrasant la flamme avec une capsule ou une soucoupe en porcelaine, comme on faisait autrefois pour rechercher les taches arsénicales, on remarque également la coloration bleue manifeste indépendamment d'une auréole jaune pâle. Toutefois, la teinte bleue n'est plus apparente quand on ajoute dans l'appareil une certaine quantité de produit arsénical dont la flamme livide masque complètement le bleu;

» 7° Les résultats sont les mêmes, soit que l'on opère avec le gaz purifié ou avec de l'hydrogène préparé avec du zinc ou de l'acide sulfurique ordinaire.

» La couleur de la flamme obtenue dans ces conditions n'est pas bleu cendré ou bleu pâle, mais bleu violacé d'un éclat très brillant; elle proviendrait, d'après Salet, de la présence du soufre (*Dict. de Wurtz*, IIe Part., t. II, p. 1625).

» Toutefois, malgré la haute compétence de ce savant qui a consacré une partie de son temps à l'étude spéciale de ce métalloïde, nous ne pouvons lui attribuer cette cause. Il est évident, en effet, qu'on ne saurait la mettre sur le compte de l'hydrogène sulfuré qui, dans les conditions expérimentales citées plus haut de purification du gaz, est resté dissous dans les liquides absorbants. D'ailleurs le bleu de la flamme de l'hydrogène sulfuré est tout à fait différent du bleu violacé de la flamme qui nous occupe; de plus, quand on écrase cette flamme de H^2S, on ne voit pas apparaître de teinte violacée.

» Nous en dirons autant des hydrogènes arsénié et phosphoré, dont le premier brûle avec une flamme livide et le second avec une flamme verte. Quant aux hydrogènes carbonés, de quelque nature qu'ils soient, ils fournissent une lumière plus brillante que celle de l'hydrogène.

» D'un autre côté, on ne peut pas l'attribuer à la nature du verre, car, pour répondre à cette objection, nous avons employé des tubes de toute provenance et sommes arrivés constamment à des résultats identiques.

» Il nous restait donc à chercher si, indépendamment des éléments étrangers contenus ordinairement dans l'hydrogène, il n'en existerait pas un autre non encore signalé.

» A cet effet, nous préparons le gaz avec 2^{kg} de zinc pur attaqué par de l'acide sulfurique pur et le faisons passer à travers les laveurs précédents, suivis d'un autre contenant de l'acide azotique. L'expérience est continuée pendant quinze jours pleins. Au bout de ce temps, l'acide azotique est évaporé. Nous saturons le résidu par du carbonate de potasse pur, calcinons légèrement et reprenons la masse saline par de l'acide chlorhydrique. Nous ajoutons de l'eau et divisons la solution en plusieurs parties. Dans l'une, nous constatons la présence de traces infinitésimales d'acide sulfurique, dans deux autres celle des acides phosphorique et arsénique. La dernière, enfin, est évaporée à siccité, puis additionnée d'acide sulfureux. Il se produit une coloration rouge et, plus tard, un précipité de même couleur qui indique la présence du sélénium. Il suit donc de là que l'hydrogène, préparé dans les conditions susindiquées, contient du sélénium à l'état d'hydrogène sélénié.

» Si, au lieu d'acide azotique et des autres liquides absorbants, on dispose un ou deux flacons contenant de l'eau et qu'on fasse brûler le gaz, on constate la coloration bleu violacé ou bleu indigo de la flamme, parce que l'hydrogène n'est pas pur et qu'il sort de l'appareil mélangé d'hydrogène sélénié.

» Tout le sélénium contenu dans le zinc est-il transformé en hydrure?

» Pour répondre à cette question nous employons la totalité de la masse noire charbonneuse qui provient de l'attaque de 2^{kg} de zinc et, après lavages prolongés, nous la traitons par du nitre en fusion. Le résidu est repris par l'eau. La solution filtrée est évaporée jusqu'à cristallisation. Les eaux-mères sont traitées par un excès d'acide chlorhydrique jusqu'à disparition complète des vapeurs nitreuses et le résidu est traité finalement par de l'acide sulfureux. Aussitôt il se produit un dépôt rouge considérable qui n'est autre chose que du sélénium.

» Cette expérience prouve donc que l'hydrogène sélénié ne se dégage pas en totalité, mais qu'il reste une proportion considérable du métalloïde dans le résidu de la préparation du gaz, très probablement à l'état de séléniure de plomb, puisque c'est ce dernier métal qui constitue la majeure partie du dépôt en question. Le sélénium se précipite d'ailleurs aisément de ses solutions.

» Si l'on fait fonctionner un appareil à hydrogène avec du fer au lieu du zinc et qu'on ajoute du séléniure de fer, tout le gaz sélénié se dégage et l'intérieur des flacons se couvre d'un enduit rouge qui témoigne en faveur de la facile décomposition de l'hydrogène sélénié. Le gaz brûle alors avec une coloration très vive identique à celle que nous constatons dans nos premières expériences.

» En résumé, nous croyons être autorisés à tirer de nos expériences les conclusions suivantes :

» 1° La flamme de l'hydrogène pur ou impur devient subitement bleu violacé quand on l'écrase par un corps froid, verre ou porcelaine, dans diverses conditions expérimentales.

» 2° Cette coloration est due non pas à la présence de l'hydrogène sulfuré, comme l'avait admis Salet, mais à celle de l'hydrogène sélénié. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Hydrogénation de l'acétylène en présence du nickel.* Note de MM. **Paul Sabatier** et **J.-B. Senderens.**

« 1. Dans un Travail antérieur (1), nous avons trouvé que le nickel récemment réduit de son oxyde réagit à température peu élevée (30° à 45°) sur un mélange de volumes égaux d'éthylène et d'hydrogène : on obtient de l'éthane pur, et une petite quantité du métal suffit pour former une dose indéfinie de carbure.

» Nous avions également observé (2) que le nickel réduit agit au-dessus de 300° sur l'éthylène seul : le métal foisonne beaucoup, en donnant du charbon très léger, et l'on recueille un mélange variable d'éthane, de méthane et d'hydrogène, accompagnés d'une faible proportion de carbures forméniques supérieurs.

» D'autre part, on savait déjà, d'après MM. Moissan et Moureu (3), que l'acétylène réagit dès la température ordinaire sur le nickel, le cobalt et le fer réduits, comme sur le noir de platine : il y a incandescence et le gaz se détruit presque totalement, en charbon noir volumineux, hydrogène et vapeurs condensables riches en benzine, l'acétylène demeurant inaltéré si l'incandescence n'a pas lieu.

» Guidés par les analogies, nous avons pensé que, de même que pour l'éthylène, le nickel pourrait servir à réaliser facilement l'hydrogénation de l'acétylène : en effet, nous avons trouvé que *cette réaction se produit immédiatement à partir des corps froids.*

» 2. Dans un tube placé sur une grille, on dispose une mince traînée d'oxyde de nickel : on réduit vers 300°, puis on laisse refroidir dans l'hydrogène pur et sec.

» L'acétylène produit par un générateur, et convenablement purifié et desséché, peut à volonté, grâce à un dispositif expérimental que nous avons déjà décrit, être recueilli directement sur l'eau où l'on peut l'essayer et mesurer sa vitesse, ou bien être mélangé à l'hydrogène pour agir sur le nickel, quand un essai a montré qu'il est absolument privé d'air (4).

» Si, le nickel étant froid, l'hydrogène étant maintenu à une vitesse invariable et connue, on introduit une très faible proportion d'acétylène, on observe aussitôt que

(1) *Comptes rendus,* t. CXXIV, p. 1358; 1897.

(2) *Comptes rendus,* t. CXXIV, p. 616; 1897.

(3) *Comptes rendus,* t. CXXII, p. 1241; 1896.

(4) Les détails des précautions à prendre et des résultats analytiques seront décrits dans un Mémoire plus étendu.

les premières portions du métal s'échauffent notablement : le gaz qui sort ne contient plus d'acétylène et rappelle par son odeur les essences de pétrole.

» Le phénomène est plus marqué, à mesure que la vitesse du courant d'acétylène augmente et s'approche de la moitié de la vitesse de l'hydrogène.

» L'échauffement spontané devient plus intense et se propage dans le tube sur une plus grande longueur du métal, dont la température s'élève à 100° et même 150°. On remarque alors un ralentissement notable dans le courant gazeux qui sort de l'appareil. Des vapeurs légères, formées dans la partie chaude, se condensent partiellement dans les régions demeurées froides, en un liquide incolore qui ne tarde pas à être assez abondant; nous avons pu en condenser un volume assez grand, en dirigeant les gaz dans un tube bien refroidi.

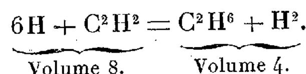
» 3. Citons une expérience faite au début de l'action, le nickel étant encore peu échauffé :

Vitesse de l'hydrogène	53^{cc}	par minute
Vitesse de l'acétylène	18	»
Somme des gaz à l'arrivée.....	71	»
Vitesse du gaz qui sort.........	36	»

» Il y avait, dans ce cas, très peu de liquides condensés. Le gaz recueilli contenait quelques traces d'acétylène, quelques centièmes d'éthylène : le reste était presque entièrement constitué par un mélange à parties égales d'hydrogène et d'éthane.

» La réaction dominante était visiblement :

$$\underbrace{6H + C^2H^2}_{\text{Volume 8.}} = \underbrace{C^2H^6 + H^2}_{\text{Volume 4.}}$$



» Le volume a diminué à peu près exactement de moitié, parce que la contraction moindre de l'éthylène formé était compensée par la présence d'une certaine dose de carbures forméniques condensés.

» La proportion des gaz réagissant étant maintenue identique, on voit, lorsque le métal s'est échauffé davantage, s'accroître la quantité des produits liquides : la vitesse des gaz qui sortent s'abaisse, en conséquence, jusqu'à 25^{cc} par minute, soit à peu près le tiers de ce qui arrive.

» 4. En s'approchant davantage de la proportion exacte de 2 volumes d'hydrogène pour 1 volume d'acétylène, on arrive à ralentir encore plus le courant du gaz formé. Citons une expérience :

Vitesse de l'hydrogène.........	48^{cc}	par minute
Vitesse de l'acétylène...........	25	»
Somme des gaz à l'arrivée......	73	»
Vitesse du gaz qui sort.........	18	»

» Le volume des gaz se trouve réduit au *quart*.

» Le gaz recueilli contenait pour 100 volumes :

Acétylène	5,3
Éthylène	15,0
Éthane ([1])	79,1

» La réaction $C^2H^2 + H^4 = C^2H^6$ conduirait à une diminution au *tiers*, et cette diminution devait être en réalité moindre, vu la présence d'acétylène et d'éthylène. Elle est en réalité amenée jusqu'au *quart*, à cause de la proportion considérable de matières condensées sous forme liquide.

» 5. Le nickel ne paraît pas modifié par la réaction et peut servir très longtemps à la continuer. Pourtant son poids augmente un peu, par fixation d'une certaine dose de carbone. Dans un de nos essais, un atome de nickel avait fixé un tiers d'atome de carbone : les acides dilués dégageaient de l'hydrogène chargé de carbures fétides, et les deux tiers du carbone se séparaient à l'état de flocons noirs légers.

» 6. Si l'on accroît davantage la proportion d'acétylène, le métal s'échauffe de plus en plus, et l'on voit apparaître des vapeurs plus épaisses contenant une dose notable de carbures aromatiques. La proportion d'acétylène libre et surtout des carbures éthyléniques augmente beaucoup. Voici l'analyse d'un gaz obtenu dans ces conditions :

Acétylène	23
Éthylène	18,3
Éthane	61
Hydrogène	2,5

» Ces effets s'exagèrent quand le volume d'acétylène devient égal ou supérieur à celui de l'hydrogène : la chaleur dégagée s'accroît encore, et l'on arrive au foisonnement et à l'incandescence observés par MM. Moissan et Moureu avec l'acétylène seul. Le gaz obtenu dans ces conditions contient, à côté de l'acétylène, beaucoup d'éthylène, des carbures forméniques et de l'hydrogène.

» 7. Ainsi qu'on l'a vu plus haut, la réaction normale du nickel sur l'acétylène mélangé d'un excès d'hydrogène, fournit des gaz forméniques, avec une faible proportion de carbures éthyléniques.

» Les liquides condensés ont une constitution semblable. Ce liquide, incolore, distille presque tout entier au-dessous de 140°. Son odeur rappelle celle du pétrole. Comme dans ce dernier, on trouve des carbures éthyléniques immédiatement solubles dans l'acide sulfurique, et aussi un peu de produits aromatiques (benzine) attaquables par l'acide nitrique fumant; mais la majeure partie est formée de carbures forméniques qui résistent au contact prolongé à froid de l'acide sulfurique fumant.

([1]) La majeure partie des gaz forméniques est effectivement de l'éthane; mais il y a aussi des carbures supérieurs, compensés par la présence corrélative d'hydrogène, ou de formène.

» Cette composition, que nous nous efforcerons de préciser quand nous aurons pu recueillir un volume suffisant de produits liquides, est fort analogue à celle de certains *pétroles naturels,* et cette analogie nous permet de penser que la formation de ces derniers a pu, dans une certaine mesure, résulter de réactions semblables à celles que nous venons de décrire. Nous sommes d'autant plus portés à le croire, que nous avons obtenu, non plus à froid, mais à des températures peu élevées, *des réactions semblables effectuées par le fer, le cobalt et aussi le cuivre réduits.*

» Nous nous proposons d'en faire l'objet de Communications prochaines. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur les dextrines de saccharification.* Note de M. P. **Petit** (1).

« Dans une Communication antérieure, j'ai indiqué la préparation d'une dextrine résultant de l'action de l'amylase, à 70° et à la dose de 1 pour 100, sur l'empois de fécule. La saccharification dans ces conditions est difficilement complète, et les constantes du produit diffèrent un peu suivant l'énergie de l'amylase employée.

» Avec une diastase très active, qui m'a été gracieusement offerte par MM. Chassaing et Cie, j'ai obtenu, après épuisement à l'alcool absolu, une dextrine donnant :

$$\alpha_D = 166,5; \qquad R = 17,95; \qquad M = 501.$$

» Cette dextrine, soumise à l'action d'une nouvelle dose de diastase à 50-55 pendant une heure, a fourni une certaine quantité de maltose, et par l'alcool on a pu récupérer une dextrine donnant :

$$\alpha_D = 166,7; \qquad R = 17,90; \qquad M = 480.$$

» Enfin, une troisième action de la diastase à 50-55 a créé encore du maltose, en laissant une dextrine :

$$\alpha_D = 166,6; \qquad R = 18,07; \qquad M = 475,$$

c'est-à-dire identique à la précédente; par conséquent, l'action de la diastase sur cette dextrine consiste dans la transformation pure et simple d'une partie de la dextrine en maltose, le reste demeurant inaltéré. Je pense pouvoir prochainement préciser les limites de cette action.

» Il semble, d'après ce qui précède, que nous ayons produit un com-

---

(1) Travail fait à l'École de Brasserie de l'Université de Nancy.

posé défini répondant à la formule $(C^6H^{10}O^5)^3$, déduite du poids moléculaire. Une nouvelle preuve à l'appui de cette hypothèse est la formation d'un composé barytique.

» En effet, en ajoutant à une solution de la dextrine $(C^6H^{10}O^5)^3$ de l'alcool jusqu'à commencement de précipitation, puis de l'eau de baryte, on obtient une matière blanche qui, séchée dans le vide et ensuite à 100°, à l'abri de l'acide carbonique, contient 21,7 pour 100 de baryum, alors que la combinaison $(C^6H^{10}O^5)^2C^6H^8BaO^5$ exigerait 22,06 pour 100. Ce composé, mis en suspension dans l'eau et décomposé par une quantité calculée de SO^4H^2, donne, après élimination complète de la baryte, un liquide d'où l'on peut précipiter, au moyen de l'alcool, une dextrine ayant identiquement les mêmes constantes que la dextrine d'où l'on est parti.

» Nous pouvons donc admettre que, dans la saccharification de l'amidon par l'analyse à 70°, il se forme une dextrine définie $(C^6H^{10}O^5)^3$ ayant un pouvoir réducteur de 18 pour 100 en maltose et capable de fournir un composé barytique également défini.

» En appliquant la même méthode à divers moûts, j'ai obtenu des composés barytiques répondant à des dextrines de poids moléculaires différents, exprimés par les formules $(C^6H^{10}O^5)^2$, $(C^6H^{10}O^5)^4$ et $(C^6H^{10}O^5)^5$.

» L'amylase du malt n'est pas la seule diastase capable de saccharifier partiellement les dextrines.

» Si, en effet, on ensemence une solution de dextrine $(C^6H^{10}O^5)^3$ avec du *penicilium glaucum* ou de l'*aspergillus niger*, on constate que le pouvoir réducteur en maltose s'élève de 18 pour 100 à 29,7 pour 100 au bout de huit jours, et à 46,5 pour 100 au bout de 18 jours; il se forme en même temps du glucose, et l'on peut extraire une certaine dose de dextrine inaltérée.

» Une action analogue a lieu pour la levure. Si, en effet, à de la levure pressée on ajoute une solution de sel ordinaire à 3 pour 100 et un peu de toluène, on obtient, après vingt-quatre à trente-six heures de contact, un liquide jaune, généralement dénué de pouvoir réducteur direct. A une solution de dextrine $(C^6H^{10}O^5)^3$ on ajoute des quantités croissantes de ce liquide avec un peu de toluène, et on laisse en contact trente-six heures. On observe un accroissement sensible de pouvoir réducteur : celui-ci, de 18 pour 100, passe à 19,8; 22,6; 29,9 et 30,6, suivant les quantités de suc de levure employées.

» Dans les mêmes conditions, un moût de brasserie subit une augmentation notable de son sucre réducteur, qui de 8,928 passe à 9,600 par 100^{cc}, tandis que la dextrine éprouve une diminution sensiblement égale. L'intensité de l'action saccharifiante varie suivant la levure employée et la durée de contact.

» Cette propriété d'un liquide provenant de la levure par simple exosmose et sans déchirure des cellules est de nature à expliquer les phéno-

mènes de fermentation secondaire des bières; je continue l'étude de cette action. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Procédé pour la mesure rapide de la dimension de petits objets, indépendamment de leur distance. Application à la pupillométrie et à la laryngométrie. Illusion due au sens musculaire, dans l'appréciation de la grandeur des objets.* Note de M. **Th. Guilloz**, présentée par M. d'Arsonval.

« Il semble *a priori* que la grandeur d'un objet inaccessible ne peut être déterminée sans que, implicitement ou explicitement, figure dans la détermination la distance au point d'où l'objet est visé. On peut cependant rendre cette détermination indépendante de la distance, par un artifice d'optique des plus simples.

» Un très petit trou percé dans un œilleton occupe le foyer d'une lentille qui, du côté opposé à l'œilleton, est limitée par un diaphragme dont on peut faire varier l'ouverture, et qui sera, par exemple, un diaphragme iris. On sait que, en regardant par un petit trou sténopéique, on n'a pas besoin, pour voir nettement des objets, d'être adapté pour leur distance, du moins dans de grandes limites. On aura donc, en regardant par le sténopé, la vision nette des bords du diaphragme et des objets situés au delà, sans que cependant cette distance puisse devenir infinie, car le sténopé ne saurait être un point géométrique, pas plus, du reste, que le foyer d'une lentille. Le champ d'observation sera limité, de l'autre côté de la lentille, par un cylindre ayant pour base l'ouverture du diaphragme. Un objet sera donc encadré, quelle que soit sa distance, par la même ouverture du diaphragme iris, et cette ouverture en sera la mesure.

» La construction de l'instrument est des plus simples, car l'échelle graduée ou le diaphragme peuvent être placés à une distance quelconque de la lentille. Le sténopé se règle au foyer principal en cherchant la position pour laquelle le champ, mesuré par sa dimension sur un écran que l'on déplace en avant de la lentille, devient indépendant de la position de l'écran [1].

» On sait qu'il n'existe pas de bons pupillomètres et que la plupart ne

---

[1] V.-Th. Guilloz, *Nouveau focomètre* (*Association française pour l'avancement des Sciences;* Bordeaux, 1895).

sont même pas fondés sur des principes exacts. Le procédé indiqué s'applique très bien à la pupillométrie en prenant une lentille de 20 D., ce qui ne donne guère à l'instrument qu'une longueur de 6^{cm} à 7^{cm}. La difficulté résultant de ce que les bords de l'iris sont assez confus du moment où l'ouverture du diaphragme iris devient égale à la pupille demande l'emploi d'un diaphragme dit *œil de chat,* ou encore d'une graduation linéaire sur verre, ou d'une graduation formée de cercles concentriques. La détermination est indépendante de la distance et, pratiquement, l'instrument peut être éloigné d'une distance très rapprochée, à 10^{cm} ou 12^{cm} et même plus. Il a été vérifié que, en plaçant le sujet en face d'une fenêtre et lui faisant tourner l'œil en dehors, l'approche de l'instrument à quelques centimètres de l'œil ne faisait pas varier la grandeur de la pupille. On observe ainsi la pupille comme si elle se trouvait à la distance de 5^{cm}. La pupille apparaît donc grossie, et la mesure peut être faite avec précision, la graduation pouvant se lire en $\frac{1}{5}$ ou $\frac{1}{10}$ de millimètre.

» Quand les petits objets à mesurer sont à une distance supérieure à 10^{cm}, il convient d'adjoindre derrière le sténopé une lentille divergente très forte 40 D., ou de construire l'instrument avec une lentille convexe plus faible. On peut encore, en allongeant l'instrument, placer une lentille convexe entre l'observateur et le sténopé de façon que l'image agrandie du sténopé emplisse la pupille de l'observateur. Le champ ne sera plus limité par les bords du sténopé et présentera seulement à l'observateur l'image de la graduation et celles d'objets même éloignés.

» Les laryngologistes n'ont pas de méthode pratique pour les mensurations du larynx. Une réflexion sur un miroir plan ne changeant rien à la grandeur de l'image, l'instrument se transforme facilement en laryngomètre, la partie antérieure de l'appareil portant sur le côté une petite lampe pour l'éclairage.

» Il suffit d'assurer la verticalité de l'échelle divisée, pour relever, sans mise au point, la distance verticale de deux points situés à des distances différentes.

» Enfin, la mesure de la grandeur des images virtuelles permet la détermination commode de la courbure des miroirs convexes, ainsi que celles d'une surface astigmate, par des dispositions pratiques qu'il est facile de réaliser.

» Le mensurateur précédemment décrit permet encore de montrer, sous une forme saisissante, l'influence de l'appréciation préalable de la distance d'un objet sur l'appréciation de sa grandeur réelle. Si à travers le

sténopé on regarde, par exemple, des caractères d'imprimerie, en les tenant très rapprochés de l'instrument, et qu'on les éloigne ou qu'on s'en éloigne, ces caractères semblent grossir. Ils semblent grossir, parce que leur image rétinienne ne diminue pas avec l'éloignement. Il y a bien là une illusion du sens musculaire, car si le déplacement est effectué par une main étrangère on n'a plus de variation dans l'appréciation de la grandeur. »

PHYSIOLOGIE. — *Physiologie pathologique de la grossesse.* Note de MM. **Charrin** et **Guillemonat** (¹), présentée par M. Ch. Bouchard.

« La grossesse provoque dans l'organisme des modifications de divers ordres; toutefois, en dehors de quelques notions relatives à la composition des urines, à l'oxygène consommé, à l'acide carbonique exhalé, les données enregistrées relèvent en grande partie purement de l'observation clinique (troubles des appareils nerveux, digestif, etc.). — L'expérimentation nous a paru capable d'éclairer cette question, de fournir des résultats précis.

» Pour obtenir ces résultats, nous avons opéré sur huit séries comprenant chacune, d'un côté, des cobayes pleines plus ou moins avancées; de l'autre, des cobayes non pleines, en nombre égal, sensiblement de même poids. Nous les avons soumises à une alimentation absolument identique, consistant en 5^{cc} d'une solution aqueuse minéralisée (sulfate de soude, 45^{gr}; phosphate de soude, 12,50; phosphate neutre de potasse, 12,50; chlorure de sodium, 10; eau, 1000) injectés quotidiennement sous la peau.

» En raison de l'insuffisance de cette alimentation, les unes et les autres ont naturellement maigri; mais la marche de ces amaigrissements n'a pas été absolument semblable dans les deux groupes.

» Si, rapportant tous ces résultats au kilogramme, on additionne les nombres qui, pour une catégorie d'une série déterminée, représentent journée par journée les diminutions de chaque cobaye, si l'on divise cette somme multipliée par 1000 par le total des poids de ces mêmes animaux pris au début de l'expérience, on obtient, *pour les femelles gravides*, 43^{gr}, 45^{gr}, 39^{gr}, 22^{gr}, tandis que, *pour celles qui ne l'étaient pas*, ces chiffres atteignent 96, 54, 40, 22. — Une seconde série donne, *pour les pleines*, 138; 58; 50; 36; *pour les non pleines*, 192; 64; 50; 29.

(¹) Travail du Laboratoire de Médecine expérimentale : Hautes Études.

» Ce nombre 29 indique que parfois il y a inversion, c'est-à-dire que les cobayes grosses ont maigri plus rapidement, alors qu'en général elles perdent, tout au moins durant les trois ou quatre premiers jours ([1]), une plus faible proportion de leurs poids. — En réalité, en examinant les faits dans ces huit séries, on trouve que, quatre fois seulement, les femelles gravides ont présenté un amaigrissement plus prononcé; en revanche, dix-huit fois leurs amaigrissements ont paru plus lents.

» Les mesures des volumes urinaires des vingt-quatre heures fournissent, chez des *cobayes pleines*, 38^{cc}, 48^{cc}, 32^{cc}, soit, par kilogramme, 22^{cc}, 28^{cc}, 27^{cc}. — Prises aux mêmes moments, du 18 au 19 mars 1899, du 19 au 20, du 20 au 21, ces mesures, *pour les non pleines*, atteignent 82^{cc}, 67^{cc}, 38^{cc}, soit, pour 1000, 72^{cc}, 58^{cc}, 33^{cc}.

» Dans une autre série, du 13 au 15 mars, on trouve, *pour deux femelles grosses*, 56, 15, *pour les deux normales*, 72, 22, autrement dit, pour 1000, d'une part, 26 et 7; d'autre part, 33 et 20.

» Du 14 au 15 de ce mois de mars, un groupe de *cobayes gravides* livre 1,14 d'urée; celui des *cobayes non gravides* émet 1,72. — Du 20 au 21, ces proportions d'urée atteignent, du côté de *trois femelles en état de grossesse*, pour 1000, 0,53; elles s'élèvent à 1,06 pour les *trois autres*.

» En somme, l'analyse a montré que l'urine des cobayes non pleines, dans la plupart de nos essais, était plus abondante que celle des pleines; trois fois seulement la règle a été en défaut ([2]). — Pour l'urée, on a enregistré des résultats d'ensemble identiques.

» Tout en offrant plus de variations, la toxicité de ces urines paraît légèrement diminuée dans le cas de grossesse.

» Il en est de même des températures rectales; c'est ainsi que le thermomètre a mesuré, chez *trois femelles normales*, $37°,9$; $37°$; $37°,6$; par contre, *chez les trois gravides de cette série*, il n'a pas dépassé $37°,65$; $37°$; $37°,45$; la différence marque $0°,15$; parfois, en prenant la moyenne de ces différences enregistrées dans plusieurs cas, on atteint près de $0°,50$ à $0°,84$.

» En dehors des modifications nutritives, sécrétoires, on observe des changements anatomiques. — La somme des poids des rates de 23 animaux, divisée par ce nombre 23, fournit, s'il y a grossesse, $0^{gr},71$, et $0^{gr},39$ dans l'hypothèse opposée. — Cepen-

---

([1]) Vers le quatrième ou sixième jour, souvent les différences s'égalisent ou même les rapports se renversent.

([2]) Pour expliquer en partie ces exceptions, il faut, sans doute, compter avec les différences de réactions individuelles, avec l'état de santé ou de maladie des animaux en expérience, etc.

dant, à mesure que le fœtus se développe, le fer de ce tissu splénique diminue : pour 1000 on décèle 1,01, au lieu de 1,42 : peut-être ces changements subissent-ils l'influence du nombre des rejetons.

» Assez souvent, comme nous l'avons vu avec Levaditi, dans ces viscères dont le poids augmente, les follicules s'hypertrophient, les lacs sanguins sont plus étendus. — Habituellement la coloration du tissu est plus rosée.

» Le fer du foie varie peu; les cellules hépatiques subissent néanmoins, dans plus d'un cas de grossesse, des altérations dégénératives. — Quant au glycogène, sa quantité éprouve de telles fluctuations, que, malgré 7 dosages, il est encore impossible de formuler une conclusion, d'autant plus que la nourriture absorbée avant l'usage de l'eau minéralisée exerce sa part d'influence.

» Il va de soi que les perturbations provoquées par la grossesse ne se bornent pas aux faits à l'instant signalés; il serait aisé d'ajouter quelques nouvelles notions en étudiant soit l'hémoglobine, ses qualités, sa quantité, soit le système osseux, sa moelle, sa minéralisation, etc.

» Déjà, avec Brocard, chez la femme, au septième ou au neuvième mois, nous avons vu s'abaisser le taux de consommation du glycose, quelquefois de la graisse, abaissement qui, toutes choses égales d'ailleurs, conduit à l'hyperglycémie ou à l'obésité.

» Quoi qu'il en soit, les données acquises permettent de reconnaître que, dans la majorité des cas, dans les conditions où nous nous sommes placés, les cobayes pleines maigrissent moins vite, fabriquent moins d'urine, moins d'urée, moins de calorique; elles sont moins riches en fer; elles offrent des altérations de structure.

» En définitive, en présence de ce ralentissement manifeste de la nutrition, en face de ces modifications statiques, anatomiques, devant ces anomalies chimiques, humorales, on comprend pourquoi si souvent l'histoire pathologique de la femme remonte à une grossesse; il est d'autant plus facile de saisir la portée de ces tares, au point de vue de la genèse des maladies, que la déminéralisation, l'hyperglycémie, l'hypothermie, les lésions viscérales, que tous ces processus mis en lumière chez les femelles grosses font sans conteste fléchir la résistance de l'économie à l'égard des principes morbifiques. ».

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *De l'influence de la congélation sur le développement de l'œuf de poule* (1). Note de M. **Étienne Rabaud**. (Extrait.)

« Mon vénéré maître Camille Dareste a continué, jusqu'à son dernier jour, la série des recherches entreprises par lui il y a quarante ans. Au cours de ces deux dernières années, il s'était particulièrement occupé d'étudier l'influence de la congélation sur le développement de l'œuf de poule. La mort ne lui a point permis de faire état des premières données de ces expériences; je crois remplir un pieux devoir envers lui, en relatant ici les résultats des recherches auxquelles il avait bien voulu m'associer en qualité de préparateur.

» Les trente expériences instituées pour étudier l'influence de la congélation sur le développement ont porté chacune sur une série de vingt-quatre œufs de poule, fraîchement pondus; ils n'étaient utilisés que le troisième jour après leur entrée au laboratoire, et cela afin d'annihiler l'effet des secousses auxquelles le voyage avait pu les soumettre. Six d'entre eux, destinés à servir de témoins, ne subissaient aucune manipulation préalable. Les dix-huit autres étaient placés dans un vaste récipient, et soigneusement enveloppés d'un mélange de glace et de sel marin. La température était de $-18°$. Les œufs séjournaient une demi-heure dans le mélange; au bout de ce laps de temps, la coque de la plupart d'entre eux était fendue (2).

» A partir de ce moment, les expériences étaient conduites suivant trois modes.

» A. Au sortir du mélange réfrigérant, les œufs étaient *immédiatement* portés dans une étuve Roux, chauffée à 38°, en même temps que les œufs témoins. Les uns et les autres étaient ouverts après trois jours d'incubation. D'une façon générale, les œufs congelés se développaient. Un tiers d'entre eux en moyenne présentaient des embryons vivants, mais gravement déformés, ou bien des embryons morts tout au début du développement (ligne primitive, début de la gouttière médullaire). Tous les autres donnaient des *blastodermes très étendus sur le jaune, mais sans la moindre trace de formation embryonnaire, ni même de vaisseaux*, c'est-à-dire de nombreux exemples de ces productions que Dareste a rapprochées des Anidiens.

» De temps à autre, mais non pas dans toutes les séries de 24 œufs, il se trouvait un embryon normal.

---

(1) Travail du laboratoire de Tératologie de l'École des Hautes Études.

(2) L'expérience a prouvé que cette fente ne modifiait en rien les résultats obtenus. Du reste, l'œuf une fois dégelé, la coaptation des bords de la fente était parfaite; jamais il n'y avait de bulles d'air dans le blanc, phénomène observé dans d'autres circonstances.

» B. Nous souvenant que le dégel trop rapide est capable de détruire le protoplasma, il y avait lieu de se demander si un dégel lent, à la température ordinaire, avant la mise en incubation, ne donnerait pas de meilleurs résultats. Aussi, dans une sconede série d'expériences, le lot d'œufs congelés était-il divisé en deux parties : la première était soumise à l'incubation aussitôt après l'action du mélange réfrigérant ; la seconde était placée au frais, pour être mise en incubation le lendemain seulement.

» Les résultats n'ont pas été différents ; les embryons normaux n'ont pas été plus nombreux dans les seconds lots que dans les premiers ; la grande majorité des œufs donnait des blastodermes sans embryons.

» C. En troisième lieu, faisant un rapprochement *a priori* entre le traumatisme produit par le tapotage, dont l'effet tératogène disparaît si l'on fait reposer les œufs deux ou trois jours avant la mise en incubation, et le trausmatisme produit par l'effet des basses températures, les œufs congelés mis au frais ne furent placés dans l'étuve que trois jours après la congélation.

» Ce mode opératoire ne produisit aucune modification notable dans l'ensemble des résultats obtenus. La majeure partie des œufs présentait des blastodermes sans embryons.

» De ces expériences ressortent les conclusions suivantes :

» 1° Les œufs de poule peuvent supporter, sans être tués, une température au moins égale à —15° C. ;

» 2° La congélation produit une perturbation *profonde*, puisque le développement, dans la plupart des cas, semble n'être plus qu'une prolifération cellulaire sans différenciation marquée ;

» 3° La perturbation produite est *durable*, puisque le dégel lent ou le repos ne rendent pas aux germes leur évolution normale.

» 4° L'individualité du germe se révèle encore dans ces expériences, puisque quelques-uns des œufs soumis à la congélation peuvent encore former un embryon, affecté d'anomalies diverses, voire même normal.

» Il y a lieu de penser que les modifications subies par le germe sont d'ordre chimique. S'il s'agissait, en effet, d'un phénomène purement physique, ces modifications cesseraient d'exister, en même temps que la cause efficiente cesserait d'agir, ou tout au moins l'équilibre moléculaire normal ne tarderait pas à se rétablir. Les choses se passent ainsi pour les œufs soumis à des trépidations prolongées [1]. Si de tels œufs sont mis en incubation aussitôt après l'action tératogène, ils produisent des embryons mal formés. Si, au contraire, les œufs secoués subissent un repos de deux ou trois jours

---

(1) Camille Dareste, *Sur la production de monstruosités par les secousses imprimées aux œufs de poule* (*Comptes rendus*, XCVI, 1883, et CI, 1885).

avant la mise en étuve, ils se développent normalement. Les secousses produisent donc des modifications passagères, facilement réparables.

» Or, après congélation, quel que soit le moment où les œufs sont soumis à la température de 38°, que le dégel ait été rapide ou progressif, qu'il y ait eu ou non repos, les résultats restent très sensiblement les mêmes. Nous devons donc admettre que les divers plasmas cellulaires ont vis-à-vis du froid une inégale sensibilité. Les uns sont détruits ou, dans tous les cas, modifiés dans leur constitution chimique; les autres ne subissent aucun dommage. Le nombre des plasmas ainsi modifiés doit être considérable, puisque, le plus souvent, il se développe seulement un blastoderme qui persiste et s'étend plusieurs jours sans marquer aucune tendance à former un embryon, c'est-à-dire à se différencier. L'impuissance à la différenciation est le phénomène le plus remarquable; elle semble bien indiquer l'absence des éléments nécessaires à la production des formes histologiques.

» Remarquons enfin que la résistance au froid des divers plasmas paraît être, dans une certaine mesure, un phénomène individuel. A ce point de vue, la congélation n'est pas un agent tératogène spécifique. Il est cependant probable que, si la température était suffisamment abaissée, il n'y aurait plus que des blastodermes sans embryons et des germes détruits; c'est-à-dire que la spécificité de l'agent commence au moment où, un nombre suffisant de plasmas ayant disparu, quels que soient ces plasmas, toute différenciation devient impossible. Mais, avant que cette limite extrême soit atteinte, les effets des basses températures sur le développement sont aussi variables dans la forme que ceux de tous les autres agents tératogènes. »

ZOOLOGIE. — *Quelques mots sur l'*Hæmenteria (*Clepsine*) costata *de Müller*. Note de M. **A. Kowalevsky**.

« H. Bolsius, dans un article publié dans *La Cellule* [1], décrit une glande impaire chez l'*Hæmenteria officinalis*. Occupé durant les dernières années de l'étude de la *Clepsine costata*, qui, d'après Leuckart et de Filippi, appartient au genre *Hæmenteria*, opinion que j'accepte complètement, j'ai

(1) H. Bolsius, *La glande impaire de l'*Hæmenteria officinalis (*La Cellule*, t. XII, p. 101; 1897).

trouvé facilement l'organe que H. Bolsius décrit sous le nom de *glande impaire,* mais je me suis convaincu que l'organe en question n'est pas une glande : dans mon opinion, on doit le considérer comme le *cœur* de l'*Hæmenteria.* En effet, dès que le vaisseau dorsal de l'*Hæmenteria costata* de Müller passe dans la région clitellienne, il apparaît libre de la lacune dorsale qui l'entourait si intimement dans la région thoracique (postérieure) et ses parois s'épaississent. Il se transforme en un organe éminemment musculaire, à peu près de la forme sous laquelle le représente H. Bolsius sur la *fig.* 1 de son Mémoire, seulement un peu plus allongé ; c'est une partie du vaisseau dorsal correspondant à un somite du corps, avec des parois plus épaisses; à l'intérieur, on trouve une valvule correspondant aux valvules du vaisseau dorsal des Clepsines, qui délimite la cavité du cœur, du lumen de la partie postérieure du vaisseau dorsal.

» En avant, le cœur se prolonge en un vaisseau (conduit de la glande impaire de H. Bolsius) qui longe la trompe et se divise en deux sous les yeux, comme le dit tout à fait exactement Bolsius. Pourtant, avant d'arriver à cette bifurcation, à la hauteur du troisième ganglion de la chaîne nerveuse ventrale, ce vaisseau donne encore deux branches latérales, et, à l'endroit où ces branches se séparent du tronc commun, se trouve une petite glande lymphatique qui remplit presque complètement le lumen (la cavité) du vaisseau dorsal, ici un peu élargi. Cette glande correspond morphologiquement aux valvules du vaisseau dorsal; seulement, au lieu d'être pédonculée, comme dans la partie postérieure, elle est ici répandue sur les parois internes du vaisseau, les tapissant pour ainsi dire, et le sang passe dans de petits canaux entre les cellules de cette glande qui a une structure spongieuse.

» Dans son dernier article (1) sur le même sujet, Bolsius indique que les caractères les plus remarquables de la structure des cellules de la glande impaire consistent dans la netteté et la richesse du système circulatoire de la trame cytoplasmique. Ce système circulatoire consiste, d'après nous, en fibrilles musculaires qui composent la masse principale de cet organe. Les figures des coupes que reproduit H. Bolsius dans ses articles, correspondent de telle manière avec mes préparations, qu'il ne me reste pas le moindre doute sur l'identité de l'organe dont nous parlons : cet organe est indubitablement une partie élargie et éminemment musculaire de la région clitel-

---

(1) H. Bolsius, *Sur la structure du protoplasma dans les cellules épithéliales* (*Zoolog. Anzeig.*, Bd. XXII, 1899, p. 143, n° 583).

lienne du vaisseau dorsal. Je possède des photographies et des dessins de mes préparations, qui démontrent la continuité absolue de cet organe avec le vaisseau dorsal dans sa partie antérieure et dans sa partie postérieure. On peut discuter la question de savoir si l'on a le droit d'appliquer à cet organe la dénomination de *cœur;* mais, que ce soit une partie intégrante du vaisseau dorsal en général, cela ne fait pas le moindre doute.

» Puisque j'ai l'occasion de parler de l'*Hœmenteria costata,* je voudrais, avant d'attendre la publication de ma monographie générale sur cette espèce, mentionner ici le mode de copulation de cette Hirudinée. Chez les *Hœmenteria costata* que j'ai gardés en captivité, les organes génitaux mâles et femelles atteignirent leur maturité à des époques différentes. Au commencement, c'étaient les testicules qui se développaient, ensuite leurs conduits excréteurs se remplissaient de sperme, qui se condensait dans la glande à spermatophore. Ici les paquets de sperme étaient entourés par les parois des spermatophores et alors arrivait la période de la copulation.

» Cet acte consistait dans l'échange des spermatophores entre les deux individus en copulation : il se passait seulement entre les organes mâles. Les individus qui copulaient collaient leurs spermatophores aux orifices génitaux mâles. Les orifices des organes génitaux femelles ne prenaient aucune part à cet acte, ce qui était d'autant plus naturel, que les ovaires et leur conduit, au moment de la copulation, étaient encore dans un état complètement rudimentaire; les *Hœmenteria,* comme les autres *Clepsines* et aussi les *Néphélides,* ne possèdent pas de *receptaculum seminis.*

» La copulation se répéta, d'après mes observations, jusqu'à six fois pendant sept jours : c'est seulement quand cette période fut terminée que commença le développement des ovaires, qui dura jusqu'à la maturité des œufs et la ponte. Le fait que les spermatophores pendant la copulation s'accolent, au moins chez certaines Hirudinées, aux orifices mâles, a été déjà observé par Iijima ([1]) en 1882 chez les *Nephlis;* seulement cet auteur ne l'a observé qu'une seule fois et il désigne cet acte sous le nom d'*abnormal copulation.*

» J'ai passé dernièrement en revue la littérature relative à ce sujet; les indications que j'ai trouvées, sur les détails de l'acte de la copulation chez les Hirudinées, sont si superficiels, que les faits positivement observés par

---

([1]) Iijima Isario, *Origin and growth of the Eggs and Eggs-strings in Nephelis* (*Quarterly Journal of microscop. scie.,* n. s. Vol. XXII, p. 196-197; 1882).

Iijima chez les *Nephelis,* et par moi chez les *Hæmenteria costata,* peuvent faire pressentir que ce mode de copulation est très répandu chez les Hirudinées. Dernièrement, j'ai eu l'occasion d'observer le même acte chez une paire de *Piscicola,* parasites de *Lota vulgaris,* et j'ai cru voir qu'à l'acte de la copulation prenaient part seulement les organes mâles. ».

PALÉONTOLOGIE. — *Sur l'existence d'une faune d'animaux arctiques dans la Charente à l'époque quaternaire.* Note de MM. **Marcellin Boule** et **Gustave Chauvet**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Les gisements d'animaux fossiles de l'époque quaternaire sont très nombreux en France; celui sur lequel nous avons l'honneur d'appeler l'attention de l'Académie offre, entre autres particularités, celle de présenter une association vraiment curieuse de tout jeunes individus, appartenant à diverses espèces indiquant un climat boréal.

» Il y a environ vingt-cinq ans, le propriétaire d'un champ situé au lieu dit Champs-Gaillards, commune de Châteauneuf-sur-Charente (Charente), ouvrant une carrière dans du calcaire crétacé, rencontra une crevasse remplie de terre mélangée d'ossements. Une partie de cette terre fut répandue dans les champs voisins, l'autre partie fut jetée dans une crevasse inférieure où, récemment, l'un de nous, sur les indications de M. René Marchadier, a pu recueillir de nombreux ossements. Ces débris ont été étudiés au laboratoire de Paléontologie du Muséum. Ils se rapportent aux espèces suivantes:

» Mammifères. — *Arctomys marmotta* L. (Marmotte). — Nombreux ossements de toutes les parties du squelette; plusieurs crânes ou portions de crânes; 50 mandibules environ, dont plusieurs ayant appartenu à de jeunes animaux. Ces ossements dénotent des individus plus grands et plus robustes que la Marmotte des Alpes actuelles. Il est possible qu'ils se rapportent à la Marmotte bobac et non à la Marmotte des Alpes.

» *Spermophilus rufescens* Keys. et Blas. (Spermophile). — Représenté seulement par trois mandibules.

» *Lepus variabilis* Pallas (Lièvre changeant ou Lièvre des neiges). — Mandibules et os des membres.

» *Arvicola amphibius* Pallas (Campagnol rat d'eau). — Un crâne.

» *Arvicola arvalis* Pallas (Campagnol des champs). — Plusieurs mandibules.

» *Arvicola ratticeps* Keys. et Blas. (Campagnol du nord). — Une mandibule montrant nettement la structure caractéristique de la première molaire inférieure.

» *Canis vulpes* L. (Renard commun). — Mâchoires et os des membres d'indi-

vidus adultes. Dix-neuf mandibules avec dentition de lait représentant au moins dix jeunes individus.

» *Canis lagopus* L. (Renard arctique). — Un crâne bien conservé, une portion de crâne, une mandibule et plusieurs os longs. Le crâne complet est celui d'un individu adulte, mais encore jeune, d'une taille légèrement supérieure à celle des *Canis lagopus* actuels.

» *Canis lupus* L. (Loup). — Un fragment de mâchoire supérieure avec dentition de lait.

» *Hyæna crocuta* L., var. *spelæa* (Hyène des cavernes). — Nombreux ossements se rapportant tous à des individus très jeunes qui n'ont pas encore leur dentition définitive.

» *Mustela putorius* L. (Putois). — Deux crânes d'une taille notablement supérieure à celle des Putois actuels.

» *Felis leo* L., var. *spelæa* (Lion des cavernes). — Un fragment de mâchoire supérieure avec dentition de lait incomplète, une mandibule et un humérus paraissant se rapporter au même individu.

» *Equus caballus* L. (Cheval). — Une molaire inférieure d'un jeune individu.

» *Bovidé* de grande taille, probablement *Bison priscus* Boj. Deux cubo-scaphoïdes et une molaire supérieure.

» *Cervus tarandus* L. (Renne). — Un astragale et un fragment de bois peu déterminable.

» Oiseau. — Deux tarso-métatarsiens que M. A. Milne-Edwards a bien voulu étudier et qu'il a rapportés à *Casarca rutila* Pall., Canard habitant les contrées orientales de l'Europe.

» Amphibiens. — *Rana* (Grenouille) et *Bufo* (Crapaud). — Os longs.

» Cette découverte nous paraît intéressante, d'abord parce qu'elle nous montre que, pendant les périodes froides de l'époque quaternaire, la faune d'animaux arctiques, habitant aujourd'hui les toundras et les steppes du nord de l'Europe, s'est avancée jusque dans la France centrale où elle a été représentée par plusieurs espèces caractéristiques. Cette constatation n'est pas absolument nouvelle. Sans parler du Renne, que l'on trouve abondamment jusque dans les Pyrénées, M. Albert Gaudry a démontré que l'Antilope Saïga est assez répandue dans nos gisements; M. Harlé a trouvé le Spermophile dans la Charente, la Dordogne et la Gironde; enfin l'un de nous a signalé récemment la présence du Glouton à l'état fossile, dans une caverne de l'Ariège; mais le gisement de Châteauneuf nous paraît être le plus complet qui ait été décrit jusqu'à présent, c'est-à-dire celui qui a montré l'association la plus nombreuse d'animaux adaptés à un climat froid. Il nous a permis de signaler, pour la première fois, l'existence, dans le centre de la France, à l'époque quaternaire, de trois espèces arctiques : le Lièvre des neiges, le Campagnol du nord et le Renard arctique.

» Un autre fait intéressant est la proportion vraiment extraordinaire d'ossements se rapportant à de très jeunes individus, à tel point que plusieurs espèces, notamment parmi les Carnassiers, ne sont représentées que par des nourrissons. Nous avons en effet les restes d'un Lionceau, d'un Louveteau, d'une dizaine de Renardeaux et d'un grand nombre de petites Hyènes, dont l'âge pouvait varier de quelques semaines à quatre à cinq mois. C'est ainsi que, la longueur moyenne d'un humérus d'Hyène tachetée étant d'environ 210^{mm}, nos humérus fossiles varient de 125^{mm} à 45^{mm}.

» Ces faits s'expliquent facilement si l'on considère, d'un côté, la nature du gisement où ces ossements ont été recueillis et, d'un autre côté, le régime climatérique du pays pendant les périodes froides de l'époque quaternaire.

» L'ossuaire est dans une fissure traversant un plateau entouré de trois côtés par des vallées profondes et nous savons que, primitivement, la terre à ossements qui remplissait cette fissure se trouvait environ à 2^{m} audessous de la surface du sol. Il devait se produire, dans la Charente, ce qui se produit aujourd'hui dans les régions boréales, où de nombreux animaux trouvent la mort au fond des crevasses de glace ou dans des fentes de rochers dissimulées par de la neige fraîche ou une mince couverture de terre apportée par les vents. Cette fissure était donc un véritable piège naturel où l'on comprend que les jeunes animaux étaient plus que les vieux exposés à tomber. »

HYDROLOGIE SOUTERRAINE. — *Nouvelles recherches au Puits de Padirac (Lot).* Note de MM. **Armand Viré** et **Étienne Giraud**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Nous venons de faire dans la caverne de Padirac, avec l'aide de MM. l'abbé Albe, Louis Armand, Raymond Pons et Louis Bel, une nouvelle exploration qui vient compléter ce que l'on connaît de sa rivière souterraine. Cette rivière, après 2000^{m} de parcours, se terminait, d'après les premiers explorateurs, par un siphon rocheux sans qu'aucun trou, aucune fissure pénétrable permît d'aller plus loin.

» Nous élevant sur la pente de stalagmite qui termine la galerie, nous constatons qu'entre le sommet de cette pente et la voûte existait un vide parfaitement pénétrable.

» Il n'y a là qu'un bouchon de stalagmite peu épais (1^{m} au sommet, 10^{m} à la base)

produit par le suintement de fissures qui recoupent la voûte en ce point. La rivière passe sous ce bouchon.

» Au delà, la galerie se continue à l'ouest-nord-ouest, haute d'environ 15^m. L'argile tapisse en grande partie les parois, faisant place, par endroits, à d'admirables rideaux de stalactites. L'eau est profonde et parfois encombrée de rochers.

» A 130^m environ au delà du siphon, la galerie se bifurque. A gauche un gros éboulis glissant; à droite un passage rétréci par deux grosses colonnes de stalagmite qui nous barrèrent la voie, mais qu'il sera facile de franchir avec une échelle.

» Les pluies des jours suivants arrêtèrent là notre expédition.

» *Affluent*. — Un affluent de la rivière a été rencontré à 1^{km} de l'entrée, fissure large de $0^m,40$ à 4^m, haute de 15^m, longue de près de 400^m et qui amène vraisemblablement les eaux d'une source perdue près du hameau de Fialy.

» *Galeries supérieures*. — Des galeries superposées à celles de la rivière ont été rencontrées près de la fin du deuxième kilomètre; elles montrent nettement par leur étagement les diverses étapes du creusement de Padirac, et rapprochent cette grotte, sous ce rapport, de certaines grottes à cours d'eau précédemment explorées dans les Pyrénées (Bétharram, Labastide, etc.).

» *Avens*. — Deux avens de 17^m et 40^m de profondeur ont été explorés : le dernier, ancienne bouche d'absorption des eaux se trouvant au hameau de Bord, sur la grande faille de 12^{km} qui met en contact les argiles du Lias et les calcaires bajociens.

» *Alluvions anciennes*. — Enfin il existe tout le long de la rivière des encorbellements rocheux qui supportent, à des niveaux variables, des lambeaux d'alluvions anciennes, dont l'étude est en cours, et qui nous donneront sans doute des renseignements précis sur l'âge du creusement de cette belle caverne.

» *Régime des eaux*. — En temps ordinaire, la rivière souterraine se compose d'une série de bassins délimités par des *gours* ou barrages de stalagmite qui maintiennent un niveau à peu près constant.

» En temps de très grandes eaux, il se produit une double dénivellation. En amont du *grand puits* par lequel on aborde la caverne, un premier bassin, origine de la rivière, ne communique avec la partie aval que par des fissures étroites ne permettant qu'un débit limité. L'eau s'accumule et nous l'avons vue monter à deux reprises, après des pluies très grandes et prolongées, de 16^m au-dessus de son étiage (juin 1898, avril 1899).

» En aval, dans la partie aménagée pour les touristes, la dénivellation des gours ne permet jamais qu'une variation de niveau de 20^{cm} à 25^{cm}.

» Enfin, au deuxième kilomètre, le bouchon de stalagmite, qui avait arrêté les premiers explorateurs, ne laisse qu'une faible issue à l'eau, qui s'accumule en avant, et que nous avons vue monter d'environ 4^m en deux jours.

» Il y a donc, en temps de grandes eaux, trois grands biefs hori-

zontaux : l'un en amont du grand puits, l'autre en amont du bouchon de stalactite, l'autre en aval et séparés les uns des autres par une hauteur de 15^m à 20^m pour les premiers, de 5^m environ pour les seconds. »

AÉROSTATION. — *Sur l'ascension du* Balaschoff *exécutée le* 24 *mars* 1899. Note de M. G. LE CADET, présentée par M. Bouquet de la Grye.

« L'ascension du *Balaschoff*, de la Commission d'aérostation scientifique, a eu lieu le 24 mars dernier, sur le signal donné par M. Teisserenc de Bort pour le lancer international des ballons-sondes.

» M. Besançon conduisait l'ascension. J'étais chargé des observations météorologiques.

» Le ballon, gonflé de 1650^{mc} de gaz d'éclairage, comportait l'appareil photographique et l'appareil à prise d'air de M. Cailletet, ainsi que le triple enregistreur (baromètre, thermomètre, hygromètre) disposé à l'intérieur du panier-parasoleil suspendu lui-même à 3^m environ du ballon et de la nacelle.

» J'avais installé les autres instruments de la façon suivante : le psychromètre Assmann était porté à $1^m,50$ au dehors de la nacelle par une potence verticale démontable en bois léger que l'on pouvait faire tourner aisément pour mouiller le thermomètre humide et remonter le ventilateur. Une lunette, fixée à la console par deux pièces mobiles à angle droit, permettait de suivre et de lire avec précision les colonnes des thermomètres, à la distance de $1^m,50$, dans une orientation quelconque de la potence. Le baromètre à mercure était suspendu au cercle par un système de cordages. Le baromètre anéroïde et le chronomètre étaient fixés à proximité du baromètre à mercure et du viseur du psychromètre.

» Le départ s'est effectué à $8^h 7^m$ (temps moyen de Paris) de l'usine à gaz de la Villette, par ciel sans nuage, atmosphère inférieure brumeuse et légère brise d'ouest-nord-ouest (thermomètre, $-1°,4$; hygromètre, 85; baromètre, 755).

» L'ascension a été à peu près uniforme jusqu'au minimum de pression : 447^{mm} à $10^h 46^m$.

» Les observations ont été faites pendant cette période et jusqu'à $10^h 54^m$; mais elles n'ont pu être poursuivies pendant la descente, qui s'est opérée rapidement, au travers d'un cumulus-nimbus neigeux, entre 3000^m et 1200^m (les nuages avaient commencé à se former au-dessous du ballon vers $9^h 20^m$). La chute du ballon était telle que le lest tombait en pluie dans la nacelle tandis que le grésil remontait autour de nous. Les instruments ont dû être précipitamment démontés et disposés dans la nacelle pour parer à l'atterrissage, qui a eu lieu à $11^h 15^m$ sur le territoire de la commune d'Arville (Seine-et-Marne), à 80^{km} au sud-8°-sud-est de la Villette.

» Le grain, dont nous avions traversé le nuage, ne tarda pas à sévir en rafales de nord-nord-ouest, avec une température de $+1°,7$, près du sol.

» J'ai fait : 31 lectures du thermomètre sec; autant du thermomètre humide; 13 lec-

tures du baromètre à mercure, dans les cas d'équilibre apparent, et 47 lectures du baromètre anéroïde, avec les lectures correspondantes du chronomètre.

» La réduction des observations directes et le dépouillement des courbes conduisent aux résultats suivants [1] :

» *Pression.* — Le baromètre à mercure et les deux baromètres anéroïdes n'ont présenté que des divergences accidentelles qui atteignent rarement 4^{mm}. Le minimum a été lu au baromètre à mercure (447,5) à $10^h 46^m$, à l'instant du minimum de l'enregistreur (447).

» Les hauteurs, calculées, en tenant compte des températures observées, au moyen des Tables de M. Angot (*Annales du Bureau Central météorologique*, 1896), assignent à l'ascension une allure assez régulière, avec un maximum de 4014^m [2].

» *Température.* — La courbe de variation suivant la verticale, obtenue avec les observations directes et les hauteurs correspondantes calculées, est une ligne à très peu près droite, qui indique un gradient constant de 0,008; soit un décroissement extraordinairement rapide de température de 1° par 125^m depuis le sol jusqu'à 4000^m.

» Les observations directes placent le minimum — 31°,6 au minimum de pression à $10^h 46^m$. L'enregistreur, qui était exact sur le sol avant le départ, marquait alors — 26°,0; il a indiqué constamment, pendant l'ascension, une température trop élevée, et le minimum (— 28°,6) n'a été atteint que six minutes après le minimum observé. A partir de là et pendant la chute rapide du ballon, la température de l'enregistreur est restée inférieure (du moins dans les premiers moments) à la température observée. A $10^h 53^m 45^s$, je lis — 24°,8; l'enregistreur marque — 28°,1.

» L'écart entre la température enregistrée et la température observée est déjà de + 1°,5 à l'altitude de 500^m, neuf minutes après le départ, et pour un abaissement de température de 3°,0 seulement. Pendant cette phase de l'ascension, le gaz relativement chaud (le ballon plein était resté exposé au soleil pendant plus d'une heure) sort abondamment par l'appendice et se répand jusque autour de la nacelle.

» En tenant ainsi compte des diverses circonstances de l'ascension, relativement aux variations de l'écart, il semble que le retard d'équilibre de l'enregistreur, dû en partie à la capacité de l'organe thermométrique et de la masse métallique de la boîte et du grillage qui l'entourent, doive être aussi attribué à un éloignement insuffisant de l'instrument, c'est-à-dire, en définitive, à une ventilation insuffisante de l'appareil plongé dans l'atmosphère relativement chaude du ballon.

» *Humidité.* — Les données du thermomètre humide ne peuvent être prises en considération. A partir de — 20°, sa température est restée constamment supérieure à celle du thermomètre sec, malgré une ventilation très active, entretenue par trois et quatre remontages du ventilateur, pendant quinze à vingt minutes, sans remouiller la mousseline.

---

(1) Les instruments avaient été étalonnés au Bureau Central météorologique par M. Dufour.

(2) Vers cette altitude, nous avons eu, M. Besançon et moi, des sensations intermittentes de vertige.

» D'après l'hygromètre enregisteur, l'humidité relative n'est pas descendue au-dessous de 49 centièmes dans la zone supérieure autour de 4000^m. Le ciel, sans nuage au-dessus du ballon, était d'ailleurs d'un bleu beaucoup plus clair qu'il n'est normalement à cette altitude.

» Il se produisait vraisemblablement une évaporation active à la surface supérieure de la couche nuageuse d'aspect mamelonné rapidement variable.

» *Vent.* — La direction générale a été N 8° NW.; elle résulte des courants de WNW à N$\frac{1}{4}$NE qui ont successivement entraîné le ballon dans son ascension depuis le sol jusqu'à 1500^m, altitude au-dessus de laquelle le courant s'est sensiblement maintenu de N ou N$\frac{1}{4}$NE. Quant à l'intensité, elle était sensiblement plus forte sur le sol (à la descente) et à 1000^m et 2000^m pendant l'ascension, qu'à 3000^m ou 4000^m. Des banderoles de papier, jetées de la nacelle, descendaient en se dirigeant vers l'est et en avant du ballon.

» Outre ces résultats relatifs à la situation particulière de l'atmosphère dans la matinée du 24 mars, cette expérience a donné lieu à un certain nombre de remarques, de nature à améliorer les conditions d'exécution des ascensions qui devraient être ultérieurement entreprises dans le même but. »

M. L. Bloch adresse une réclamation de priorité, au sujet d'une lunette télémétrique présentée à l'Académie par M. le colonel Humbert.

M. Foveau de Courmelles adresse une Note relative à la « Production électrolytique d'un nouvel alliage de platine ».

M. G. Quesneville adresse une Note relative à l'existence de deux phénomènes de diffraction, du même ordre de grandeur, dans les réseaux.

M. Basile de Balassuy adresse une Note relative à l'étincelle donnée par la bobine de Ruhmkorff.

M. Delemay adresse une Note relative à la théorie du siphon.

La séance est levée à 4 heures et demie.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 8 mai 1899.

Unités électriques absolues, Leçons professées à la Sorbonne, 1884-1885, par G. Lippmann, Membre de l'Institut, rédigées par A. Berget. Paris, George Carré et C. Naud, 1899; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Lippmann.)

Mandchourie et ses chemins de fer en 1899. Carte gr. in-f°. (Offerte par M. Vénukof. Présentée par M. de Lapparent.)

Étude comparée des glandes pygidiennes chez les Carabides et les Dytiscides, avec quelques remarques sur le classement des Carabides, par Fr. Dierckx, S. J. (Extrait de la Revue *La Cellule*, t. XVI, 1er fasc.) Lierre-Louvain, 1899; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Edmond Perrier. Hommage de l'Auteur.)

Les glandes défensives ou glandes anales des Coléoptères, par M. L. Bordas. Marseille, Barlatier, 1899; 1 fasc. in-4°. (Extrait des *Annales de la Faculté des Sciences de Marseille*, Tome IX, fasc. 5.) (Présenté par M. Edmond Perrier.)

Conchyologie française. Les Coquilles marines au large des côtes de France; Faune pélagique et Faune abyssale, par Arnould Locard. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1899; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Milne-Edwards.)

Les Serpents du nord de l'Afrique, par Ernest Olivier. (Extrait du *Manuel pratique de l'agriculteur algérien*, de MM. Rivière et Lecq.) Paris, A. Challamel, 1899; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Chirurgie opératoire de l'oreille moyenne, par A. Broca. (Renvoyé au prix de Médecine et Chirurgie, fondation Montyon.)

Annales du Conservatoire des Arts et Métiers, publiées par les Professeurs. 2e série, Tome X. Paris, Gauthier-Villars, 1898; 1 vol. in-8°.

The mechanics of a cyclone, by a mechanic., George-W. Tinsley. Columbus, Indiana, U. S. A., s. d.; 1 fasc. in-18.

Electricity, the universal force, by Henry-Raymond Rogers. Buffalo, N. Y., 1898; 1 opuscule in-16. (Hommage de l'Auteur.)

The Universe, or the secrets of the Sun and stars, by Henry-Raymond Rogers. Buffalo, N. Y., 1898; 1 opuscule in-16. (Hommage de l'Auteur.)

Metius, the Hollander, inventor and discoverer, by Henry-Raymond Rogers. Buffalo, N. Y., 1899; 1 opuscule in-16. (Hommage de l'Auteur.)

Atti della R. Accademia Peloritana. Anno XIII, 1898-1899. Messina, 1899; 1 vol. in-8°.

Archives italiennes de Biologie. T. XXXI, fasc. 1. Turin, Herman Loescher, 1899; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou. Année 1898, n° 1. Moscou, J.-N. Kouchnereff et Cie, 1898; 1 vol. in-8°.

Bulletins du Comité géologique. Saint-Pétersbourg, t. XVII, nos 4-5, 1898; 1 fasc. in-8°.

Observations faites à l'observatoire météorologique de l'Université impériale de Moscou. Janvier 1896 à novembre 1898; 24 fasc. in-8°.

Allgemeine geologische Karte von Russland. Blatt. 127, von A. STUCKENBERG. Saint-Pétersbourg, Eggers et Cie, 1898; 1 fasc. petit in-f°. (Mémoires du Comité géologique, vol. XVI, n° 1.)

Observatoire magnétique et météorologique de Zi-Ka-Wei (Chine) : Bulletin mensuel. Année 1896, 1er trimestre. Chang-Haï, imp. de la Mission catholique; 1899.

ERRATA.

(Séance du 1er mai 1899.)

Note de M. *Armand Gautier*, L'iode dans l'eau de mer :

Page 1071, ligne 3 de la note (1) au bas de la page, *au lieu de* t. XL, *lisez* t. L.



COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 MAI 1899,

PRÉSIDENCE DE M. VAN TIEGHEM.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse l'ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *Prillieux*, dans la Section de Botanique, en remplacement de M. *Naudin*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Prillieux** prend place parmi ses Confrères.

NAVIGATION. — *Application, à titre d'essai, de la division décimale du cercle à la pratique de la navigation.* Note de M. **E. Guyou**.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un Recueil d'éphémérides, de Tables et de Types de calculs nautiques, destiné à une série d'expé-

riences qui vont être entreprises, sous la direction du Bureau des Longitudes et avec le concours du Département de la Marine, pour étudier, au point de vue des intérêts de la navigation, les avantages que pourrait offrir l'extension du système décimal à la mesure de la circonférence, et pour se rendre compte des difficultés que rencontrerait l'accomplissement de cette réforme.

» Ces expériences ont été instituées conformément à un vœu de la Commission qui a été chargée par le Ministre de l'Instruction publique de l'examen des projets de réforme des unités d'arc et des unités de temps présentés dans le cours des dernières années par diverses sociétés françaises de Géographie.

» Elles consisteront à établir, sur un certain nombre de navires, pendant une période de neuf mois, un régime analogue à celui qui serait adopté si la réforme était décidée. Ces navires ont été choisis parmi ceux qui seront appelés à une navigation assez active pendant la période dont il s'agit. Chacun d'eux a déjà reçu ou recevra, avec le présent Recueil, des Cartes marines et des instruments gradués en unités décimales, ainsi que des Tables de logarithmes appropriées. Des officiers spécialement désignés seront chargés de faire, avec les instruments et les Tables décimales, toutes les observations et tous les calculs nécessaires à la conduite du navire à la mer.

» En outre, l'École navale et un certain nombre de professeurs d'Hydrographie seront plus spécialement chargés de l'étude des facilités qu'apporterait la réforme à l'enseignement des calculs nautiques.

» Les méthodes de calcul indiquées dans cet Ouvrage offrent, comparativement aux méthodes actuellement en usage, des différences assez sensibles. Une partie des modifications introduites à été motivée par l'impossibilité de traduire en unités décimales l'ensemble trop considérable des Tables auxiliaires dont les marins font habituellement usage pour simplifier leurs calculs ; il a fallu, pour suppléer à ces Tables, créer un certain nombre de Tables nouvelles d'étendue beaucoup moindre, donnant les éléments nécessaires à la navigation presque avec la même facilité.

» D'autre part, il a paru opportun, dans cette circonstance, de montrer que, contrairement à l'opinion universellement admise, la réforme des unités d'arc n'est pas nécessairement solidaire de celle des unités de temps. Dans les méthodes qui vont être mises en pratique, il ne sera question que de la première; et nos expériences montreront que, lors même que l'on ne pourrait pas arriver à s'entendre pour la réforme des unités de

temps, rien n'empêcherait d'entreprendre dès maintenant celle des unités d'arc. Il est d'autant plus utile de mettre ce principe en lumière que les raisons les plus sérieuses qui aient été alléguées jusqu'ici pour écarter *a priori* toute idée de réforme s'appliquent presque exclusivement à la mesure du temps.

» Il est bien difficile de méconnaître, en effet, que la nécessité d'imposer cette dernière réforme au public soulèverait des difficultés, sinon insurmontables, du moins considérables. Une réforme d'usages adoptés par toutes les classes de la société, dans tous les pays civilisés, n'aurait de chances de succès que si une majorité imposante y avait des intérêts immédiats, ce qui n'est guère le cas. Les simplifications apportées aux calculs par la décimalisation n'intéressent que ceux qui ont à soumettre le temps à des calculs d'un certaine importance, c'est-à-dire une infime minorité. Sans doute, même pour les besoins usuels, il serait plus facile de se familiariser avec les unités décimales qu'avec les unités actuelles, mais l'habitude de ces unités s'acquiert peu à peu, sans aucune difficulté, par un long usage, comme s'acquiert l'habitude du langage.

» La réforme des unités d'arc, au contraire, serait avantageuse pour tous ceux qui auraient à la subir, et elle serait d'autant plus facile à réaliser que les personnes qu'elle concerne appartiennent à une catégorie assez éclairée et, par suite, plus accessible à une réforme. D'un autre côté, il faut bien reconnaître que la décimalisation des unités d'arc est actuellement en cours d'exécution; nous avons déjà d'une part, en France, le Service géographique de l'armée, le Génie militaire qui se servent du grade; cette même unité a été adoptée par quelques Services géodésiques à l'étranger; d'autre part, un assez grand nombre de calculateurs, en France et hors de France, font usage des Tables de Bremiker en parties décimales du degré. Il paraît donc désirable que les autorités scientifiques des diverses nations civilisées prennent la direction de ce mouvement spontané pour éviter la multiplicité d'unités qui menace de s'établir.

» L'assertion que les deux réformes peuvent être considérées comme indépendantes l'une de l'autre paraîtra, au premier abord, paradoxale. Il est certain, en effet, qu'actuellement, dans ceux des problèmes d'Astronomie et de Navigation où interviennent des arcs d'équateur, les notions de temps et les notions d'arc sont très étroitement enchevêtrées, et que, dans un même problème, le même nombre doit être considéré tour à tour, tantôt comme un arc, tantôt comme un intervalle de temps moyen, de temps sidéral ou de temps vrai. Mais il est facile de voir que ces problèmes sont

presque tous du domaine de la Géométrie pure et que ce mélange confus de conceptions aussi étrangères l'une à l'autre a pour origine l'usage irrationnel de graduer les chronomètres des marins et les pendules sidérales des astronomes en unités de temps. En réalité, ainsi que le montre cet Ouvrage, c'est un arc et non un intervalle de temps que le chronomètre donne aux marins; de même c'est un arc d'équateur céleste que la pendule sidérale indique aux astronomes. C'est donc en unités d'arc et non en unités de temps que ces instruments devraient être gradués, et il suffira de leur restituer cette graduation rationnelle pour faire disparaître des problèmes dont nous parlons cette notion parasite du temps si nuisible à la clarté et toutes les complications de calcul qu'a occasionnées son introduction.

» C'est à cet ordre d'idées que je me suis conformé pour la constitution des méthodes qui vont être mises en pratique par les expérimentateurs. Les chronomètres ont été gradués en unités angulaires, et les éphémérides sont toutes exprimées dans cette même espèce d'unités; enfin toutes les expressions telles que : angle horaire, temps sidéral, temps vrai, etc. ont fait place à des dénominations nouvelles rappelant que, dans les calculs de navigation, les éléments désignés représentent exclusivement des différences de longitudes.

» Dans tous les calculs de navigation proprement dits, il ne sera fait usage que d'unités angulaires; les unités de temps seront exclusivement réservées à la graduation de l'horloge du navire; les deux espèces d'unités ne viendront en contact que dans les problèmes ayant pour objet le réglage de cette horloge.

» L'unité angulaire que nous avons choisie pour ces ingénieurs est le *grade*, centième partie du quadrant. Cette unité offre, comparativement à toutes celles qui ont été proposées, l'avantage de faire entrer l'unité des distances en mer dans le système métrique; de plus, c'est avec ce mode de division que s'effectuent le plus facilement les changements du quadrant, les additions et soustractions de demi-circonférences et de circonférences entières, qui se présentent si fréquemment dans ces calculs.

» Pour l'organisation de ces expériences, nous avons trouvé auprès de la haute administration de la Marine le concours le plus empressé. Nous devons surtout des remercîments à M. le vice-amiral Besnard, ministre en 1898, qui a décidé que la Marine prendrait part à ces études et qui a bien voulu les faciliter en prenant à la charge de son Département les frais d'achat des chronomètres et des sextants décimaux nécessaires aux navires expérimentateurs.

» Nos expériences méritent l'attention de l'Académie non seulement à cause de l'intérêt scientifique qui s'y rattache, mais aussi parce que le but vers lequel elles tendent est l'achèvement du plan de réformes proposé il y a un siècle par les illustres fondateurs du système métrique. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Effets de l'auto-excitation du cœur par l'extracourant du petit signal électromagnétique employé à l'inscription des mouvements des valvules cardiaques;* par M. **A. Chauveau.**

» Au cours des expériences indiquées dans ma Note du 24 avril (*Comptes rendus,* t. CXXVIII, p. 1025), j'ai observé accidentellement des faits montrant que le cœur du cheval est extraordinairement sensible aux courants induits. Je n'ai pu étudier ces faits d'une manière systématique, cette étude exigeant des expériences tout particulièrement onéreuses. Mais les observations que j'ai faites, en passant pour ainsi dire, pendant mes expériences d'inscription électrique des mouvements valvulaires, pourront néanmoins être utiles aux physiologistes qui s'intéressent aux actions inhibitrices ou perturbatrices exercées sur le cœur par les courants électriques.

» Dans mes expériences, je considérais comme absolument négligeable l'action physiologique de l'extracourant d'ouverture du petit signal de M. Marcel Deprez employé comme indicateur des mouvements valvulaires. De fait, je n'avais pas constaté, au cours de mes opérations, le moindre indice d'une excitation quelconque en provenance des minuscules bobines qui constituent la base de cet appareil. Mais, à la suite d'une modification introduite dans la sonde du cœur droit pour en faciliter l'introduction, les choses changèrent du tout au tout.

» La sonde nouvelle ayant été placée sur un cheval, on vit, au moment où la pile fut mise dans le circuit du signal, le sujet osciller sur ses jambes pendant quelques secondes et tomber comme foudroyé sur le sol. On se hâte d'interrompre toutes les communications du sujet avec les appareils récepteurs. L'animal revient à lui et se relève. On remet l'expérience en train, en laissant le signal hors du circuit de la pile, et les pressions intracardiaques s'inscrivent à merveille. Mais aussitôt que le courant est rétabli et mis en état d'actionner le signal, l'animal s'abat de nouveau. Cette fois le foudroiement est irrémédiable. Les mouvements cardiaques et respiratoires ne se rétablissent pas; c'est bien la fin.

» L'autopsie, pratiquée immédiatement, démontra qu'aucune faute expé-

rimentale n'avait été commise. Force fut donc, étant données les circonstances de l'accident, d'incriminer, dans l'appareil nouveau, un vice de construction permettant au cœur de recevoir, d'une manière exceptionnellement favorable, les extra-courants du signal électromagnétique.

» Dans les instruments primitifs, le courant inducteur passait, d'une part, par l'armature métallique de la sonde porte-ampoules, d'autre part, dans un fil isolé placé à l'intérieur du tube enveloppant. Le contact s'opérait, comme il a été dit, entre ces deux conducteurs, au niveau du rétrécissement interampullaire, au moyen d'un ressort très flexible, en continuité, par une de ses extrémités, avec l'armature métallique. L'autre extrémité, libre, portait une pointe de platine, qui venait toucher, quand on appuyait sur le ressort, une petite plaque, également en platine, terminant le fil intérieur isolé.

» Avec cette disposition, l'extracourant du signal se diffusait facilement dans la masse des tissus. En effet, la surface métallique de la sonde n'était couverte d'aucun enduit isolant et livrait passage par toute son étendue à cet extracourant. D'où l'atténuation de ses effets et son innocuité.

» Dans l'appareil nouveau, où une articulation avait été introduite, l'armature ne pouvait plus servir aussi sûrement de conducteur. Alors on la remplaça par un second fil isolé aboutissant au pied du ressort-contact. De cette manière, on concentrait, il est vrai, l'action de l'extracourant dans le cœur tout seul. Mais on ne supposait pas qu'il en pût résulter le moindre inconvénient pour cet organe, en raison de la faiblesse de l'agent excitateur.

» Ces prévisions étaient erronées. Notre sujet a bien été tué par l'extracourant, dont le cœur provoquait lui-même la formation à chaque abaissement de la valvule tricuspide. Il s'agit là pour le cœur d'un vrai cas d'autoélectrocution.

» Deux autres chevaux, du reste, présentèrent des accidents analogues avec l'emploi du même instrument. Peut-être la mort ne serait-elle pas survenue dans ces deux cas, car la pile excitatrice du courant inducteur avait été réduite à un seul couple Grenet (au lieu de deux) et l'extracourant ne donnait à la langue qu'un petit choc absolument insignifiant. Mais on se garda d'insister, pour ne pas s'exposer à perdre complètement le bénéfice de préparatifs expérimentaux laborieux qui pouvaient être autrement utilisés avec profit.

» Sur l'un de ces deux sujets, aussitôt survenue la chute sur le sol, on pratiqua la section atloïdo-occipitale de la moelle épinière et la respiration

artificielle. Le cœur fut mis à nu du côté gauche et reçut, par l'auricule gauche, un explorateur des mouvements de la valvule mitrale. Cet appareil était partout couvert d'une couche de vernis isolant, sauf au niveau des contacts. L'extracourant, très faible, ne pouvait donc traverser que le sang dans lequel plongeaient ces contacts. Cependant il agissait sur le cœur lui-même avec une très grande énergie. Au moment où le signal était mis dans le circuit de la pile, le cœur se mettait à battre d'une manière extrêmement précipitée et les battements devenaient bientôt ataxiques. Parfois l'extrême désordre des battements survenait d'emblée.

» Mon attention, exclusivement fixée sur l'obtention de graphiques indicateurs des mouvements de la valvule mitrale, n'a pas pu s'arrêter sur ces intéressantes particularités. Mais j'ai conservé tous les graphiques où elles se sont inscrites. *Tous témoignent de la très vive impressionnabilité du cœur du cheval à l'action excitatrice, à peine perceptible à la langue, des extracourants produits par les rudiments de bobines du signal de Marcel Deprez.*

» Il sera facile de s'assurer si cette impressionnabilité ne se manifesterait pas sur d'autres espèces, dans le cas où l'agent excitateur serait mis en jeu de la même manière. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la désignation de deux de de ses Membres qui seront chargés de la vérification des Comptes de l'année 1898.

MM. **Mascart** et **Maurice Lévy** réunissent la majorité des suffrages.

RAPPORTS.

ASTRONOMIE. — *Rapport sur un Mémoire de M.* Jean Mascart, *intitulé « Constitution de l'anneau des petites planètes; probabilité des coïncidences », présenté à l'Académie le 2 janvier 1899.*

(Commissaires : MM. Wolf, Radau; Appell, rapporteur.)

« En même temps que les recherches récentes appelaient l'attention des astronomes sur les lacunes qui paraissent exister dans l'anneau

d'astéroïdes du système solaire, l'étude même des orbites prenait une importance particulière au point de vue des analogies qu'elles pourraient présenter; en effet, bien que l'hypothèse d'Olbers soit désormais insuffisante pour expliquer une origine commune à toutes les petites planètes, il n'est pas impossible, il est même probable que plusieurs d'entre elles constituent effectivement des fragments de masses primitives plus considérables. Il existe de ces corpuscules dont les orbites présentent une quasi-identité d'éléments qui est difficilement imputable au seul hasard et qui doit encore se maintenir pendant fort longtemps; mais, à cet égard, la théorie n'a pas défini le rôle de Jupiter pour savoir si son action perturbatrice doit tendre à augmenter ou à diminuer le nombre de ces coïncidences d'éléments.

» M. Jean Mascart est déjà revenu deux fois sur ce genre de questions [1]. Le Mémoire qu'il soumet actuellement à l'Académie contient deux parties : une application du calcul des probabilités et une statistique des éléments des petites planètes.

» Après avoir montré comment on peut définir l'espérance mathématique d'un joueur, spéculant sur la coïncidence d'éléments, l'auteur applique sa définition au moyen mouvement et à l'excentricité, seuls éléments indépendants du système d'axes choisi. En première approximation le calcul indique que la théorie du hasard ne peut encore donner de renseignements précis sur l'effet perturbateur de Jupiter; d'ailleurs, la question est fort complexe à élucider ainsi, car il faut choisir une fonction pour représenter la distribution des astéroïdes dans l'anneau. L'auteur a déterminé diverses fonctions donnant approximativement cette distribution et il serait à désirer que, sans se laisser rebuter par des calculs pénibles, il pût obtenir une approximation plus complète.

» M. Jean Mascart revient ensuite à la statistique comparée de tous les éléments des orbites; il complète ses recherches antérieures, et, pour tenir compte du rôle prépondérant de Jupiter, il rapporte les orbites de 417 astéroïdes au plan de Jupiter, pour un même équinoxe. L'étude systématique des nouveaux éléments ainsi obtenus fournit des renseignements intéressants, notamment sur la position des nœuds et des périhélies. L'auteur discute les différences qui se présentent dans les nombres de coïncidences

---

[1] Ces questions se rattachent aux recherches de Newcomb (1860, 1862, 1869), de Doberck (1879), de Glauser (1887, *Bulletin astronomique*, juillet 1887), de Svedstrup (1886, *Bull.*, août 1886).

selon l'élément adopté, afin de parvenir à une notion plus précise de l'action de Jupiter. Comme ces coïncidences se produisent de préférence en certaines régions de l'anneau, il y aurait encore lieu d'étudier la distribution même des coïncidences dans l'anneau.

» Ces longs calculs de changements d'orbites peuvent, en dehors de la statistique, trouver d'intéressantes applications; connaissant en particulier les inclinaisons par rapport au plan de Jupiter, l'auteur a appliqué dernièrement encore (*Comptes rendus*, séance du 10 avril 1899) le critérium de Tisserand aux astéroïdes. Il établit ainsi un lien entre les comètes et les planètes, puisque l'on peut passer de l'une de ces sortes d'astres à l'autre sans brusque transition. De même, par diminution régulière des excentricités et des inclinaisons, on pourra passer des comètes aux planètes. On peut encore retrouver pour les planètes, mais beaucoup moins nettement, les singularités observées dans le groupe des comètes pour la condensation des distances aphélies et de la différence des longitudes $\varpi - \Omega$.

» Cette courte analyse montre quel est l'intérêt des recherches que M. Jean Mascart a entreprises. Il est à souhaiter que, malgré la longueur des calculs, il puisse poursuivre ce travail qui doit éclaircir l'origine et la constitution primitive de l'anneau des astéroïdes. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** donne lecture de la Lettre suivante de M. le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts, concernant le projet de revision de la mesure de l'arc du méridien de Quito :

« Paris, le 12 mai 1899.

« Messieurs les Secrétaires perpétuels,

» Dans la Conférence générale de l'Association géodésique internationale, tenue à Stuttgart au mois d'octobre 1898, le délégué des États-Unis d'Amérique, M. Preston, a soulevé de nouveau la question de la revision de la mesure d'un arc du méridien effectuée au Pérou en 1736-1739 par Bouguer, La Condamine et Godin, membres de l'Académie des Sciences. Les délégués n'ont pas manqué de rappeler que l'honneur de cette entreprise devait appartenir aux savants français comme un héritage de leurs devanciers, que notre pays n'a pas cessé de s'intéresser à cette importante

question et n'a jamais abandonné son intention de reprendre, à un moment donné, l'œuvre des géodésiens du siècle dernier.

» Sans se prononcer sur le Gouvernement auquel pourrait incomber le soin de l'opération, la Conférence a émis le vœu que la réfection de l'arc équatorial fût exécutée avec toute la précision et les moyens d'action scientifiques actuels et qu'il fût procédé le plus tôt possible à une reconnaissance générale de l'entreprise.

» Personne ne s'est mépris sur la portée de la proposition du délégué américain. Elle doit être interprétée à la fois comme une mise en demeure d'user des droits scientifiques que nous revendiquions, et comme une indication des dispositions d'une autre nation prête à prendre notre place si nous tardions à accomplir la tâche que nous nous sommes réservée.

» La Commission des délégués français, qui s'est occupée de cette affaire dans sa séance du 10 janvier dernier, a été unanimement d'avis qu'il y avait lieu de recommander à la sollicitude du Gouvernement l'entreprise d'une nouvelle mesure de l'arc du méridien de Quito. Une simple revision de cet arc ne répondrait pas toutefois aux desiderata de la Science; la Commission juge indispensable de donner à l'arc équatorial un développement atteignant autant que possible de 5° à 6° et qui permettrait de le comparer utilement à ceux qui ont été calculés dans l'ancien continent, tels que la nouvelle méridienne de France et l'arc polaire russo-suédois. Une telle opération ne pouvant d'ailleurs être abordée sans reconnaissance préalable, la Commission a suggéré l'envoi d'une première mission, qui serait confiée à deux géodésiens choisis dans les cadres du Service géographique de l'Armée et chargés de recueillir tous les renseignements nécessaires pour la préparation de la campagne définitive.

» J'ai approuvé, en ce qui concerne mon Département, toutes les propositions de la Commission géodésique française, et j'ai prié M. le Ministre des Affaires étrangères de faire pressentir le Gouvernement de la République de l'Équateur sur ses dispositions à l'égard du projet dont il s'agit, ainsi que sur l'accueil qui serait réservé à nos savants. M. Delcassé vient de me faire connaître, d'après un télégramme de M. le Chargé d'affaires de France à Quito, que le Gouvernement équatorien a donné à notre représentant l'assurance qu'il accordera à la mission française toutes les facilités désirables. M. Frandin ajoutait, avec sa connaissance du pays, que, pour disposer de cinq mois entiers favorables à l'exécution des travaux, il serait indispensable que nos savants arrivassent à Quito vers la fin de juin.

» En transmettant au Département de la Guerre les indications qui pré-

cèdent, j'ai donc demandé à mon Collègue de désigner le plus tôt possible deux officiers qui seront chargés des opérations géodésiques et qui devront se tenir prêts à partir vers le 25 du mois courant. Je l'avisai, en même temps, qu'une somme maximum de 20000^{fr}, prélevée sur les crédits des Voyages scientifiques, serait mise à la disposition de ces officiers pour couvrir leurs dépenses de voyage et de séjour en Amérique.

» M. le Ministre de la Guerre m'a désigné pour constituer la mission de reconnaissance : M. Maurain, capitaine du génie, breveté, et M. Lacombe, capitaine d'artillerie, breveté, tous deux de la Section de Géodésie du Service géographique.

» En conséquence, j'ai, par arrêté de ce jour, chargé MM. Maurain et Lacombe d'une mission dans la République de l'Équateur à l'effet de procéder à la reconnaissance générale du terrain, ainsi qu'aux travaux préliminaires en vue d'une mesure nouvelle de l'arc du méridien de Quito, et de recueillir tous les renseignements nécessaires pour la préparation et l'organisation des opérations définitives. Par le même arrêté, une somme de 20 000^{fr} leur est attribuée à titre d'indemnité.

» M. Maurain sera chef de la mission.

» MM. Maurain et Lacombe sont des officiers d'élite, géodésiens éprouvés, parfaitement préparés à l'œuvre qu'ils auront à exécuter. Ils s'embarqueront à Bordeaux le 26 de ce mois.

» Par ce même courrier, en avisant M. le Ministre des Affaires étrangères de ma décision, je le prie de recommander particulièrement MM. Maurain et Lacombe à notre représentant à Quito, pour qu'il les assiste dans l'organisation de leur mission et leur prête l'aide et l'appui qui leur seront nécessaires.

» Je suis heureux, Messieurs les Secrétaires perpétuels, de vous communiquer ces informations que je vous prie de porter à la connaissance de l'Académie des Sciences. Elles me paraissent de nature à intéresser tout particulièrement votre Compagnie : non seulement par la haute importance scientifique de l'œuvre dont le Gouvernement prépare la réalisation, mais encore parce qu'il s'agit ici de la continuation de celle qui, due à l'initiative de l'ancienne Académie des Sciences, fut accomplie au siècle dernier par vos prédécesseurs.

» Agréez, Messieurs les Secrétaires perpétuels, l'assurance de ma haute considération.

» *Le Ministre de l'Instruction publique*
et des Beaux-Arts,

» Georges Leygues. »

M. Berthelot fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage en quatre Volumes qu'il vient de publier sous le titre : « Station de Chimie végétale de Meudon (1883-1899). *Chimie végétale et agricole* », et s'exprime comme il suit :

« Cet Ouvrage renferme l'ensemble des recherches expérimentales poursuivies dans le laboratoire de Meudon depuis seize années. J'ai pensé que le moment était venu de réunir dans une publication unique ces Mémoires disséminés, afin d'en montrer l'ensemble et les idées directrices.

» La Préface explique d'abord comment la suite de mes recherches sur la synthèse des composés organiques m'a conduit à étudier quelques-uns des problèmes relatifs à la Chimie biologique et spécialement à la Chimie végétale, étroitement liée avec la Chimie agricole. J'y raconte comment la station de Chimie végétale a été instituée et fondée en 1883 sur des terrains abandonnés, dépendant de l'ancien château ruiné en 1870. Les laboratoires et les champs de culture y sont décrits brièvement; puis je passe à l'exposition des expériences que j'y ai exécutées.

» Le Tome I a pour titre : « Fixation de l'azote libre sur la terre et sur les végétaux ». L'Académie n'a pas oublié sans doute les recherches approfondies que je lui ai présentées sur cette question : depuis 1876, époque où j'ai reconnu la fixation électrique de l'azote sur les principes immédiats des végétaux sous l'influence de l'électricité atmosphérique silencieuse, et depuis 1885, époque où j'ai découvert la fixation microbienne de l'azote par la terre végétale, sous l'influence des microrganismes contenus dans le sol.

» Ces travaux ont changé de fond en comble les idées reçues et enseignées par les savants les plus autorisés sur le rôle négatif de l'azote atmosphérique libre dans la végétation. Ils ont servi de point de départ à un grand nombre de travaux postérieurs que je n'ai pas à rappeler ici.

» Mais il m'a paru utile de réunir dans un même Volume l'ensemble de mes propres expériences, afin d'en montrer la suite et la coordination.

» Le Tome II est consacré à l'étude de la *marche générale de la végétation*, étude destinée à donner l'équation chimique pondérale d'une plante annuelle, comme composition relative et comme poids absolu de la plante totale et de ses différentes parties, à chaque instant et pour chaque période de son développement, depuis son ensemencement jusqu'à la reproduction de la semence et la mort de la plante. Ce sujet n'avait pas été jusqu'à présent traité d'une façon méthodique, malgré son importance.

» C'est un devoir agréable pour moi de rappeler ici que cette étude, ainsi que la majeure partie de celles du présent Ouvrage, ont été exécutées avec la collaboration dévouée de M. G. André, associé depuis vingt années à mes labeurs et à mes publications, avec un zèle et un dévouement qui ne se sont jamais ralentis.

» Le Tome II se termine par un examen des relations générales qui existent entre les énergies chimiques et les énergies lumineuses, qui interviennent dans tant de réactions de Chimie minérale et organique.

» Les recherches exposées dans le Tome III sont des *recherches spéciales sur la végétation*, c'est-à-dire sur la présence et la distribution dans les plantes de certains éléments, tels que le soufre, le phosphore, la silice ; sur l'existence, la répartition et la formation des azotates dans les végétaux ; sur l'acide oxalique et sur l'acide carbonique et leurs sels dans les végétaux ; sur l'émission de l'acide carbonique et l'absorption de l'oxygène par les feuilles, etc. Enfin ce Volume renferme diverses études relatives aux transformations purement chimiques des sucres.

» Il se termine par des recherches, dont les plus anciennes remontent à 1860, sur les principes oxydables doués de propriétés oxydantes, recherches qui ont pris, dans ces dernières années, une importance toute particulière dans la Chimie physiologique.

» Le Tome IV comprend deux parties distinctes : l'une générale, relative à la terre végétale ; l'autre plus spéciale, relative au vin.

» Dans la première partie, j'étudie la *terre végétale*, au double point de vue de l'existence et de la constitution des principes organiques qui en forment la base, et de leurs relations avec l'ammoniaque atmosphérique, question connexe de la fixation de l'azote.

» J'y décris les méthodes pour le dosage des divers éléments volatils de la terre et des végétaux, tels que l'azote, le phosphore, le soufre, ainsi que pour le dosage de ses éléments minéraux, potassium et autres métaux alcalins et terreux. Ces méthodes ont concouru à modifier les procédés d'analyse agricole et les notions sur lesquelles étaient fondés les anciens dosages du potassium, du soufre et du phosphore, éléments dont l'importance est si grande pour le développement des végétaux, ainsi que pour les problèmes concernant la nature et la porportion des engrais qui excitent ce développement.

» Le Tome IV est terminé par l'exposé des études que j'ai faites depuis 1858 *sur les vins* : j'y traite de la formation des éthers que les vins renferment, de l'oxydation des vins, de leur bouquet, de leurs changements an-

nuels et séculaires, enfin du dosage de l'acide tartrique et de la crème de tartre qu'ils renferment.

» Tel est le contenu du présent Ouvrage, essentiellement constitué par des recherches personnelles et originales. J'espère que le lecteur voudra bien en reconnaître l'intérêt, au double point de vue de la Science pure, d'une part, c'est-à-dire des relations qui existent entre les phénomènes d'ordre chimique et les phénomènes d'ordre biologique, dans les végétaux; et, d'autre part, au point de vue des applications de ces phénomènes à l'Agriculture et aux Industries qui en dérivent, pour le profit de la race humaine. »

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, trois Volumes publiés, en langue russe, par M. *Klinguen* sous le titre : « Les Patriarches d'Agriculture ».

Cet Ouvrage est la relation des voyages effectués par l'auteur et par diverses autres personnes qui lui étaient adjointes. La mission, envoyée par l'Administration des domaines russes, s'est rendue en Égypte, aux Indes, en Chine et au Japon, pour y faire des recherches sur les développements successifs de l'Agriculture, et aussi des études de Géographie botanique et zoologique, spécialement en vue des acclimatations réalisables dans la Russie méridionale, au Caucase, au Turkestan, etc. Les agronomes, en particulier, y pourront trouver de précieux renseignements.

M. **Joseph Bertrand** offre à l'Académie, au nom de Mme *Halphen*, les manuscrits laissés par notre illustre et regretté Confrère Edmond Halphen. Parmi ces écrits, qui formeraient un grand nombre de volumes, les plus importants sont publiés déjà et bien connus des géomètres; d'autres sont inédits, la plupart inachevés et loin encore d'être préparés pour la publicité, mais ils prendront place dans nos archives, à côté des manuscrits de Lagrange, d'Ampère et de Michel Chasles, auxquels le nom d'Halphen paraîtra digne d'être associé.

ASTRONOMIE. — *Nouveaux éléments de l'orbite de la planète* EL (Coggia, 31 mars 1899), *calculés par* MM. **Lubrano** et **Maitre**.

Époque : 1899 mars 31, minuit moyen de Paris.

Anomalie moyenne	207°.21'.48",1	équin. moyen de 1899,0
Distance du nœud ascendant au périhélie	159.00.39,3	
Longitude du nœud ascendant	196.10.18,2	
Inclinaison	10.35.39,6	
Angle d'excentricité	10.31.41,6	
Moyen mouvement	775,011	
Logarithme du demi grand axe	0,440466	

« Ces éléments ont été calculés par la méthode d'Oppolzer, au moyen des observations faites, à Marseille, les 31 mars (1re observ.), 10 avril, 20 avril et 30 avril.

» La comparaison des résultats du calcul avec ceux de l'observation fournit les écarts suivants :

	Observ. — Calcul.	
	$\Delta\lambda \cos\beta$.	$\Delta\beta$.
Avril 10	+0",2	+1",5
Avril 20	−0,3	−2,7

» L'étoile de comparaison, qui a servi pour les observations du 31 mars et du 1er avril, a été comparée elle-même plus récemment, par M. Coggia, à une étoile mieux connue, et celle qui est commune aux observations des 10, 11 et 12 avril, a été trouvée dans un Catalogue plus moderne que celui auquel on l'avait empruntée.

» Il en résulte, pour les observations de la planète déjà publiées, de petites corrections dont MM. Lubrano et Maitre ont tenu compte.

» Ces corrections et toutes les observations de la planète, postérieures au 15 avril, seront données en détail dans le *Bulletin astronomique*.

» Des éléments ci-dessus on a déduit l'éphéméride suivante, qui donne les lieux vrais de l'astre :

Dates. 1899. Minuit moyen Paris.	Æ.	P.	log *r*.	log Δ.	Temps d'aberration.
Mai 27	12h.30m.28s,3	91°.26'.48"	0,50185	0,40328	21m. 2s
29	12.30.28,0	91.23. 5			

Dates. 1899. Minuit moyen Paris.	Æ.	P.	log r.	log Δ.	Temps d'aberration.
31.......	12h30m32s,4	91°19′58″	0,50135	0,41104	21m25s
Juin 2.......	12.30.41,4	91.17.26			
4.......	12.30.55,1	91.15.29	0,50083	0,41895	21.49
6.......	12.31.13,4	91.14. 7			
8.......	12.31.36,2	91.13.19	0,50030	0,42695	22.13
10.......	12.32. 3,6	91.23. 4			
12.......	12.32.35,3	91.13.22	0,49976	0,43499	22.38
14.......	12.33.11,3	91.14.12			
16.......	12.33.51,6	91.15.34	0,49921	0,44302	23. 3
18.......	12.34.36,0	91.17.26			
20.......	12.35.24,4	91.19.47	0,49865	0,45100	23.29
22.......	12.36.16,8	91.22.37			
24.......	12.37.13,0	91.25.56	0,49808	0,45890	23,54
26.......	12.38.13,0	91.29.41			
28.......	12.39.16,6	91.33.53	0,49750	0,46670	24.20

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la représentation d'une branche uniforme de fonction analytique.* Note de M. G. **Mittag-Leffler**, présentée par M. Hermite.

« Soit a un point du plan de la variable complexe x; adjoignons à a une suite infinie de quantités

(1) $$F(a),\quad F^{(1)}(a),\quad F^{(2)}(a),\quad \ldots,\quad F^{(\mu)}(a),\quad \ldots.$$

» Supposons, ce qui sera possible d'une infinité de manières, que ces quantités F soient choisies telles que la condition de Cauchy (*Cours d'Analyse de l'École Polytechnique,* Chap. IX, § 2, th. I) soit remplie, c'est-à-dire que la limite supérieure des valeurs limites des modules $\left|\sqrt[\mu]{\frac{1}{\mu!}F^{(\mu)}(a)}\right|$ soit un nombre fini, par exemple $\frac{1}{r}$. Dans ce cas, la série

$$P(x\,|\,a) = \sum_{\mu=0}^{\infty} \frac{1}{\underline{|\mu}} F^{(\mu)}(a)\,(x-a)^{\mu}$$

représente, à l'intérieur d'un cercle C qui a le centre a et le rayon r, une branche holomorphe, que nous désignerons par FC(x), d'une fonction analytique, soit F(x). La théorie de Weierstrass permet de prolonger

analytiquement la branche $FC(x)$ en dehors de C, et de définir la fonction $F(x)$, uniforme ou non dans tout un domaine d'existence. Le problème que nous nous posons consiste à *former, à l'aide des éléments* (1), *un développement qui représente la branche uniforme* $FC(x)$ *prolongée en dehors de* C, *dans le domaine le plus étendu possible*.

» Il importe, avant tout, de préciser la branche de $F(x)$ qu'on étudie en dehors de C. Pour y arriver, nous faisons tourner une fois autour de a une demi-droite d, nous fixons sur chaque demi-droite un point a_d (a_d pourra être à l'infini) dont la distance à a sera plus grande qu'une quantité positive donnée, la même pour tous les d, et nous excluons de d la partie de la demi-droite qui s'étend de a_d à l'infini. Nous donnerons le nom d'*étoile* au domaine qui reste après qu'on a exécuté dans le plan des x toutes ces coupures. Les points a_d seront appelés les *sommets* de l'étoile et nous dirons qu'une étoile est *inscrite* dans une autre qui lui est *circonscrite* si tous les points de la première étoile appartiennent à la seconde et si les deux étoiles ont des sommets communs. On voit que l'étoile est un continuum formé d'une seule pièce et à connexion simple.

» Soit maintenant K une étoile circonscrite à C et telle que la branche fonctionnelle $FC(x)$ soit prolongeable analytiquement, d'une façon régulière, le long de toute demi-droite issue de a et intérieure à K. La branche uniforme de fonction définie sans ambiguïté dans K par le prolongement analytique de $FC(x)$ sera désignée par $FK(x)$. L'étoile K recevra sa plus grande extension possible si l'on choisit pour a_d le premier point de d au delà duquel le prolongement est impossible régulièrement. Nous désignerons cette étoile par la lettre A (première lettre du mot grec αστηρ). L'étoile A et la branche fonctionnelle $FA(x)$, ainsi que la fonction $F(x)$ dans sa totalité, étant définies d'une manière univoque quand les éléments (1) sont une fois fixés, nous dirons que A *est l'étoile, que* $FA(x)$ *est la branche fonctionnelle uniforme et régulière et que* $F(x)$ *est la fonction qui appartient aux éléments* (1). Ces définitions admises, le problème que nous avons posé est résolu par les trois théorèmes suivants :

» Théorème I. — *Désignons par* A *l'étoile et par* $FA(x)$ *la branche fonctionnelle appartenant aux éléments* $F(a)$, $F^{(1)}(a)$, $F^{(2)}(a)$, ..., *et soit* X *un domaine fini quelconque à l'intérieur de* A *et* σ *une quantité positive aussi petite que l'on voudra. Il est toujours possible de trouver un nombre entier* $\bar{n}$ *tel, que la différence entre* $FA(x)$ *et le polynome*

$$g_n(x) = \sum_{(\nu)} c_\nu^{(n)} F^{(\nu)}(a)(x-a)^\nu,$$

soit, dès que n surpasse $\overline{n}$, inférieure à σ en valeur absolue, pour toutes les valeurs de x appartenant au domaine X.

» *Les coefficients $c_\nu^{(n)}$ peuvent être choisis une fois pour toutes et sont absolument indépendants de a, de* $F(a)$, $F^{(1)}(a)$, $F^{(2)}(a)$, ... et de x.

» On peut choisir les coefficients $c_\nu^{(n)}$ d'un nombre indéfini de manières différentes qui répondent toutes à des conditions spéciales. Une forme très simple, au point de vue formel, du polynome $g_n(x)$ est la suivante :

$$g_n(x) = \sum_{\lambda_1=0}^{n^2} \sum_{\lambda_2=0}^{n^4} \cdots \sum_{\lambda_n=0}^{n^{2n}} \frac{1}{\lambda_1!\lambda_2!\ldots\lambda_n!} F^{(\lambda_1+\lambda_2+\ldots+\lambda_n)}(a)\left(\frac{x-a}{n}\right)^{\lambda_1+\lambda_2+\ldots+\lambda_n}.$$

» Théorème II. — *Désignons par* A *l'étoile et par* $FA(x)$ *la branche fonctionnelle appartenant aux éléments* $F(a)$, $F^{(1)}(a)$, $F^{(2)}(a)$, ...

» *Cette branche* $FA(x)$ *pourra toujours être représentée par une série*

$$\sum_{\mu=0}^{\infty} G_\mu(x),$$

où les $G_\mu(x)$ *sont des polynomes de la forme*

$$G_\mu(x) = \sum_{(\nu)} K_\nu^{(\mu)} F^{(\nu)}(a)(x-a)^\nu,$$

chaque coefficient $K_\nu^{(\mu)}$ *étant un nombre déterminé qui peut être choisi rationnel et qui ne dépend que de ν et de μ.*

» *La série* $\sum_{\mu=0}^{\infty} G_\mu(x)$ *est convergente pour chaque valeur de x à l'intérieur de* A *et elle est uniformément convergente pour chaque domaine à l'intérieur de* A. *On aura partout à l'intérieur de* A

$$\sum_{\mu=0}^{\infty} G_\mu(x) = \lim_{n=\infty} g_n(x)$$

où $g_n(x)$ *désigne le même polynome que dans le théorème I.*

» Théorème III. — *Désignons par* A *une étoile de centre a et par* $A^{(\delta)}$ *une étoile conjointe concentrique à* A *et inscrite dans* A *qui soit définie par rapport à* A *d'une manière convenable. Cette étoile* $A^{(\delta)}$ *doit être telle qu'elle devienne un cercle pour* $\delta = 1$ *et qu'elle renferme dans son intérieur tout domaine situé à l'intérieur de* A, *dès que la quantité* δ *est suffisamment petite.*

» *Supposons que* A *soit l'étoile appartenant aux éléments* $F(a)$, $F^{(1)}(a)$,

$F^{(2)}(a), \ldots,$ *et écrivons la série*

$$P_\delta(x|a) = F(a) + \sum_{\lambda=1}^{\infty} [h_1^{(\lambda)}(\delta) F^{(1)}(a)(x-a) + h_2^{(\lambda)}(\delta) F^{(2)}(a)(x-a)^2 + \ldots + h_\lambda^{(\lambda)}(\delta) F^{(\lambda)}(a)(x-a)^\lambda].$$

» *On peut fixer les coefficients*

$$h_\mu^{(\lambda)}(\delta) \qquad \begin{matrix}(\mu = 1, 2, \ldots, \lambda) \\ (\lambda = 1, 2, \ldots, \infty)\end{matrix},$$

a priori *et indépendamment de* a, *de* $F(a)$, $F^{(1)}(a)$, $F^{(2)}(a)$, $\ldots$, *et de* x, *de sorte que la série possède les propriétés suivantes : elle est convergente pour chaque point à l'intérieur de* $A^{(\delta)}$ *et elle est uniformément convergente pour chaque domaine intérieur à* $A^{(\delta)}$. *Si la convergence a lieu pour un point donné, ce point appartient nécessairement à l'intérieur de* $A^{(\delta)}$ *ou est un sommet de* $A^{(\delta)}$. *Pour* $\delta = 1$ *la série devient la série de Taylor.*

» *L'égalité*

$$FA(x) = P_\delta(x|a)$$

a lieu partout à l'intérieur de $A^{(\delta)}$.

» La définition de $A^{(\delta)}$ par rapport à A peut se faire d'une infinité de manières différentes dont chacune répond à des conditions spéciales (1). On peut étendre les trois théorèmes énoncés à un nombre quelconque de variables indépendantes.

» On voit que le problème que j'ai résolu est essentiellement distinct du problème de la représentation des fonctions uniformes dont je me suis occupé jadis et dont se sont aussi occupés M. Runge et M. Painlevé à un point de vue tout autre que le mien. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le calcul des formules contenant des fonctions arbitraires*. Note de M. **Jules Beudon**, présentée par M. Picard.

« On rencontre souvent, comme résultat de l'intégration d'équations aux dérivées partielles, des quadratures dont l'élément différentiel contient une fonction arbitraire et ses dérivées. On n'a pas donné, à ma connaissance,

(1) La théorie des séries sommables de M. Borel fournit une représentation de la branche $FA(x)$ dans une étoile K circonscrite à C et inscrite dans A, mais cette étoile ne peut pas, comme $A^{(\delta)}$, être approchée de A autant qu'on le veut.

de méthodes générales permettant de supprimer les signes de quadrature.

» Il est d'ailleurs évident que, dans cet ordre d'idées, toutes les recherches doivent tendre à substituer à des opérations effectuées sur des formules contenant des arbitraires, des opérations effectuées sur des formules n'en contenant pas.

» Je demande la permission d'indiquer un exemple assez étendu auquel on peut appliquer un procédé régulier.

» Soient les formules

$$X = \int f_1(u, u_1)\,du \quad + f_2(u, u_1)\,du_1,$$

$$Y = \int F_1(u, u_1, X)\,du + F_2(u, u_1, X)\,du_1,$$

où u et u_1 sont des fonctions arbitraires d'une même variable.

» J'effectue un changement de variables défini par l'identité

$$f_1(u, u_1)\,du + f_2(u, u_1)\,du_1 = \rho(x, k)\,dx;$$

les formules précédentes deviennent

$$X = \int \rho(x, k)\,dx,$$

$$Y = \int \mathfrak{F}_1(x, k, X)\,dx + \mathfrak{F}_2(x, k, X)\,dk.$$

» Je prends maintenant x pour variable indépendante, et je pose

$$\rho(x, k) = \frac{dy}{dx} = y',$$

d'où

$$k = R(x, y') \qquad X = y,$$

et

$$Y = \int [M(x, y, y')y'' - N(x, y, y')]\,dx.$$

» J'écris alors

$$(1) \qquad M(x, y, y')y'' - N(x, y, y') = \frac{\partial \alpha}{\partial x} + \frac{\partial \alpha}{\partial y}y' + \frac{\partial \alpha}{\partial y'}y' + z',$$

en introduisant ainsi une nouvelle fonction z de x.

» J'ai à intégrer une équation du second ordre à deux fonctions inconnues.

» De telles équations se présentent dans l'étude des systèmes d'équations aux dérivées partielles du second ordre en involution, quand on

cherche à généraliser la notion de courbes intégrales [voir ma *Thèse de Doctorat* (*Annales de l'École Normale*, 1896, *Supplément*, p. 33) et un travail de M. Goursat : *Recherches sur les systèmes en involution d'équations aux dérivées partielles du second ordre* (*Journal de l'École Polytechnique*, 2ᵉ série, IIIᵉ Cahier, p. 125)].

» Mais les équations que l'on obtient ainsi ont une forme particulière, qui n'appartient pas à l'équation (1) si la fonction $\alpha(x, y, y')$ est quelconque. Toutefois, à toute quadrature telle que y correspondent une infinité de systèmes en involution qu'on obtient comme il suit :

» Soit

$$(2) \qquad \begin{cases} r + \lambda s + \mu = 0, \\ s + \lambda t + \nu = 0, \end{cases}$$

λ, μ, ν étant des fonctions de x, y, q, un de ces systèmes. On posera

$$y' = \lambda, \qquad q = \mathrm{F}(x, y, y') = \mathrm{M}(x, y, y') - \frac{\partial\alpha}{\partial y'},$$
$$\mu = \mathrm{N} - y'\frac{\partial \mathrm{N}}{\partial y'} - y'\frac{\partial \mathrm{M}}{\partial x} - y'^2\frac{\partial \mathrm{M}}{\partial y} + \frac{\partial\alpha}{\partial x},$$
$$\nu = \frac{\partial \mathrm{M}}{\partial x} + y'\frac{\partial \mathrm{M}}{\partial y} + \frac{\partial \mathrm{N}}{\partial y'} + \frac{\partial\alpha}{\partial y},$$

et l'on formera l'équation

$$y'\left(\frac{\partial\mu}{\partial y} - \frac{\partial\nu}{\partial x}\right)\frac{\partial \mathrm{F}}{\partial y'} - y'\frac{\partial\mu}{\partial y'}\frac{\partial \mathrm{F}}{\partial y} - \left(\nu - y'\frac{\partial\nu}{\partial y'}\right)\frac{\partial \mathrm{F}}{\partial x} - \nu\frac{\partial\mu}{\partial y'} = 0,$$

qui, après substitution, deviendra une équation aux dérivées partielles du second ordre définissant $\alpha(x, y, y')$. A toute solution de cette équation correspond un système en involution (2) dont les courbes intégrales vérifient l'équation (1). La connaissance d'une intégrale complète de ce système ramène la recherche des courbes intégrales à l'intégration d'une équation de Monge, de la forme

$$\Phi(a, b, c, da, db, dc) = 0,$$

c'est-à-dire à l'intégration d'une équation aux dérivées partielles du premier ordre.

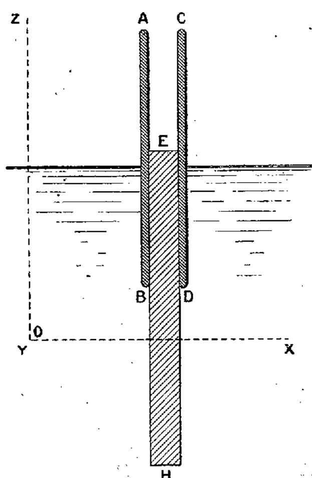
» Ces différentes opérations effectuées, on obtient u, u_1, X, Y en fonction d'un paramètre t, d'une fonction arbitraire $\varphi(t)$, et de ses dérivées $\varphi'(t)$, $\varphi''(t)$ et $\varphi'''(t)$ au plus.

» Je me réserve de donner, dans un Mémoire plus étendu, quelques applications de cette méthode. »

ÉLECTRICITÉ. — *Défaut de généralité de la théorie de la polarisation fictive des diélectriques*. Note de M. **H. Pellat**, présentée par M. Lippmann.

« Je vais montrer, par un exemple très net, que la théorie de la polarisation fictive ou *instantanée* est impuissante à expliquer les forces qui se produisent sur un diélectrique primitivement non électrisé, placé dans un champ électrique.

» Considérons un condensateur formé de deux armatures planes disposées parallèlement et verticalement, AB et CD, à contour rectangulaire, la dimension perpendiculaire au plan de la figure ayant une longueur l



infinie par rapport aux autres dimensions. Entre les armatures de ce condensateur est placée une lame rectangulaire d'un diélectrique solide EH non électrisé, ayant même largeur l que les armatures, une épaisseur égale à la distance e de celles-ci, s'élevant environ à mi-hauteur des armatures et les dépassant inférieurement d'une quantité suffisante pour que le champ électrique, qui se produit quand les armatures sont chargées, soit nul sur la base H de la lame. Enfin baignons toute la partie inférieure de ce système dans une cuve contenant un liquide de même pouvoir inducteur spécifique K que la lame EH, l'air existant au-dessus de E entre les armatures.

» Si l'on vient à établir une différence de potentiel V entre celles-ci, la relation

$$(1) \qquad F = \frac{1}{2} V^2 \frac{dC}{dz},$$

dans laquelle C est la capacité du condensateur et z l'ordonnée de la base supérieure E de la lame (en prenant trois axes de coordonnées rectangulaires : OX perpendiculaire à la direction des armatures et OZ vertical), montre qu'il existe une force verticale tirant la lame EH de bas en haut et donnée par (1), ou, en mettant à la place de $\frac{dC}{dz}$ sa valeur $\frac{l(K-1)}{4\pi e}$, par

$$(2) \qquad F = \frac{V^2 l(K-1)}{8\pi e}.$$

» Non seulement la relation (1), établie en s'appuyant sur les principes de la Thermodynamique [1], n'est guère douteuse, mais en outre j'ai montré par expérience l'existence de ces forces agissant sur les diélectriques non électrisés placés dans un champ électrique et vérifié quantitativement l'exactitude de la relation (1) dans des conditions presque identiques à celles supposées ci-dessus [2]. Aucun doute ne peut donc exister sur l'exactitude de la relation (2).

» Or, la théorie de la polarisation est impuissante à expliquer cette force verticale agissant sur la lame. Remarquons, en effet, qu'entre les armatures, si ce n'est tout près de leurs bords, les surfaces équipotentielles sont des plans parallèles aux armatures, *même près de la surface de séparation* E *du diélectrique et de l'air*. Pour le voir, il n'y a qu'à remarquer que l'équation $V = ax + b$ représente le potentiel partout entre les armatures, car elle satisfait aux conditions nécessaires et suffisantes pour cela : sa

---

[1] Voir H. PELLAT, *Électrostatique non fondée sur les lois de Coulomb* (*Ann. de Ch. et de Phys.*, 7e série, t. IV, § 41; 1895).

Comme j'ai montré depuis (*Comptes rendus*, t. CXXV, p. 699; 1897) que $\frac{1}{2}\Sigma MV$ ne représente pas l'énergie d'un système électrisé, mais bien le travail des forces extérieures pendant la charge *réversible* du système, il est plus correct pour établir la relation (1) de s'appuyer sur ce que *le travail des forces extérieures dans une transformation réversible isotherme ne dépend que de l'état initial et de l'état final.*

[2] *Mesures de la force agissant sur un diélectrique non électrisé placé dans un champ électrique* (*Comptes rendus*, t. CXXI, p. 938; 1895).

laplacienne ΔV est nulle et, à la surface de séparation de la lame et de l'air, on a bien

$$K_1\left(\frac{\partial V}{\partial n}\right)_1 = K_2\left(\frac{\partial V}{\partial n}\right)_2 \quad \text{et} \quad \left(\frac{\partial V}{\partial s}\right)_1 = \left(\frac{\partial V}{\partial s}\right)_2,$$

en représentant par $\left(\frac{\partial V}{\partial n}\right)_1$ et $\left(\frac{\partial V}{\partial n}\right)_2$ la dérivée de V par rapport à la normale à la surface de séparation pour chacun des deux milieux (ces dérivées sont nulles ici) et par $\left(\frac{\partial V}{\partial s}\right)_1$, $\left(\frac{\partial V}{\partial s}\right)_2$ la dérivée de V par rapport à une même direction s tangente à la surface de séparation.

» Dès lors, les lignes de forces étant des droites horizontales, partout entre les armatures, le champ est horizontal et il ne peut donner naissance à une force verticale en agissant sur une couche de polarisation.

» D'autre part, puisque le liquide a même pouvoir inducteur spécifique que la lame, la couche électrique de polarisation est nulle tout le long des faces BH et DH, et aucune force électrique, explicable par la polarisation, ne peut se produire en cet endroit. Enfin, l'excès de pression hydrostatique du liquide qu'on pourrait déduire de la polarisation de celui-ci ne peut produire aucune force verticale, puisque, aux endroits où le champ n'est pas nul, les faces de la lame diélectrique baignées par le liquide sont verticales.

» La théorie de la polarisation instantanée ne peut donc expliquer les phénomènes de cette nature; elle est du reste inutile pour l'explication des autres phénomènes électrostatiques, comme je l'ai montré dans mon Mémoire sur l'*Électrostatique non fondée sur les lois de Coulomb;* elle doit donc être définitivement abandonnée.

» Si j'insiste sur ce point, c'est pour éviter une confusion. Je compte, en effet, présenter prochainement une Note décrivant une expérience directe qui montre l'existence d'une polarisation réelle des diélectriques placés dans un champ électrique, mais non instantanée et persistant quelque temps après la disparition du champ. Cette polarisation réelle explique un grand nombre de phénomènes (charge résiduelle, conductibilité apparente des diélectriques, variation du pouvoir inducteur spécifique, etc.). »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'alimentation des tubes de M. Michelson par diverses sources électriques.* Note de MM. **A. Perot** et **Ch. Fabry**, présentée par M. A. Cornu.

« Tous les spectroscopistes savent que le spectre d'un métal fourni par l'étincelle électrique varie avec les conditions de la décharge. Le même fait se produit dans la décharge à travers les gaz raréfiés et, en particulier, à travers les vapeurs métalliques contenues dans un tube de M. Michelson; c'est ainsi que l'addition d'un condensateur en dérivation sur le tube actionné par une bobine d'induction fait apparaître un certain nombre de raies nouvelles. Nous nous sommes demandé si le mode d'excitation n'aurait pas aussi une influence sur celles des raies qui subsistent dans tous les cas. Les points à examiner étaient les suivants : quelle est l'influence du mode d'alimentation du tube sur la longueur d'onde et la finesse des raies, sur la constitution de celles qui sont composées de plusieurs radiations et, en particulier, sur l'éclat relatif des diverses composantes. Cette étude a été faite en employant notre méthode de spectroscopie interférentielle.

» Nous n'avons jamais observé de véritable variation de longueur d'onde, tant sur la composante principale que sur les secondaires. Par contre, dans les raies complexes, comme la raie verte du mercure, nous avons constaté des variations sensibles dans les intensités relatives des diverses composantes; ce résultat peut avoir une certaine importance, car la longueur d'onde d'une radiation multiple, observée au moyen d'un appareil qui n'en sépare pas les diverses composantes, est une longueur d'onde moyenne qui n'est constante qu'autant que la position et l'éclat relatif des composantes sont fixes.

» Enfin, la finesse des raies est sujette à de grandes variations avec le procédé d'alimentation électrique du tube. Cette étude nous a conduits à des progrès sensibles au point de vue de la finesse des raies et, par suite, de la production des interférences à grandes différences de marche.

» *Bobine avec condensateur en dérivation sur le secondaire.* — Nous avons déjà indiqué les résultats que l'on obtient en illuminant le tube par la décharge d'une bobine de Ruhmkorff (1); c'est le procédé employé par M. Michelson.

---

(1) Nous nous servions d'un interrupteur rapide à mercure de M. Ducrétet. L'inter-

» Si l'on place en dérivation sur le tube un condensateur, avec une distance explosive de quelques millimètres sur l'un des fils de communication, on substitue la décharge du condensateur à celle de la bobine. On fait ainsi apparaître une série de raies nouvelles; un tube à cadmium donne toutes les raies de la *lampe à cadmium* de M. Hamy ([1]). Celles des raies qui existaient déjà sont fortement élargies, et leur lumière ne peut plus servir à produire d'interférences à grandes différences de marche. Enfin, dans le cas de raies multiples l'éclat relatif des composantes secondaires est accru, ce qui peut produire une altération de la longueur d'onde moyenne.

» On obtient aussi des raies élargies par les décharges à haute fréquence (dispositif de M. d'Arsonval). Une machine de Holtz ne donne qu'une lumière très faible lorsqu'on l'emploie sans condensateur ; avec condensateur, elle donne le même résultat que la bobine.

» Il semble résulter de ce qui précède que, pour obtenir des raies fines et de longueurs d'onde bien déterminées, il faut éviter toute discontinuité dans la décharge. La bobine de Ruhmkorff, même sans condensateur sur le secondaire, est évidemment loin de satisfaire à cette condition. Ces considérations nous ont conduits à essayer d'autres modes d'alimentation.

» *Courant alternatif.* — On obtient déjà de meilleurs résultats par l'emploi d'un courant alternatif sinusoïdal, de tension suffisamment élevée. Les raies obtenues sont plus fines que dans le cas de décharges de bobines. En outre, la lumière est très fixe, les tubes durent en général plus longtemps, et l'on est débarrassé de l'interrupteur, toujours sujet à mal fonctionner.

» Le courant nécessaire n'est que de quelques millièmes d'ampère, mais il faut une tension d'environ un millier de volts; l'emploi d'un transformateur s'impose. Une bobine d'induction dont on supprime le trembleur et le condensateur peut servir à cet usage, mais son rendement comme transformateur est très mauvais, et il y a avantage à la remplacer par un transformateur de modèle industriel, avec circuit magnétique fermé.

» Ce procédé d'alimentation sera particulièrement commode dans les laboratoires qui disposent d'une distribution de courant alternatif; le transformateur peut être réduit à un très petit volume, la dépense d'énergie est insignifiante, et le fonctionnement absolument régulier.

» *Courant continu.* — Les meilleurs résultats au point de vue de la finesse des raies et de la faiblesse des composantes secondaires nous ont été donnés par la lumière obtenue en reliant les deux électrodes du tube à une source de courant continu présentant une différence de potentiel de 700 à 800 volts au moins. Nous employons une batterie de 500 petits accumulateurs, de 0,4 ampère-heure de capacité, qui peuvent

---

rupteur électrolytique de M. Wehnelt ne nous a pas paru d'un emploi commode, à cause de la difficulté qu'on éprouve à graduer la décharge; dès que le courant primaire est assez intense pour que l'interrupteur fonctionne, la décharge est assez intense pour fondre les électrodes.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 749. Les tubes de M. Hamy fonctionnent justement avec un condensateur en dérivation.

maintenir la décharge pendant très longtemps, puisque le courant nécessaire à l'illumination est d'au plus 3 à 4 milliampères. Les éléments sont chargés par groupes de 100 par une petite dynamo.

» L'allumage du tube nécessite souvent une différence de potentiel plus élevée que celle qu'il faut pour l'alimentation; aussi avons-nous intercalé d'une manière permanente dans le circuit l'appareil d'induction connu sous le nom de *coup de poing* de Bréguet, de telle sorte qu'en le faisant fonctionner la force électromotrice produite s'ajoute à celle de la batterie. Les quelques milliers d'ohms des bobines de l'appareil, traversées par un courant de 3 à 4 milliampères, ne font perdre qu'un nombre de volts insignifiant. Pour régler le courant, on intercale en outre une résistance réglable constituée par un tube de verre plein d'eau.

» La lumière obtenue est parfaitement fixe, facile à régler; les raies sont extrêmement fines. Les quatre raies du cadmium nous ont permis de produire des interférences visibles respectivement jusqu'aux différences de marche suivantes :

Raie rouge.............	28 = 435000	longueurs d'onde
Raie verte....	24 = 472000	»
Raie bleue	20 = 417000	»
Raie violette............	16 = 342000	»

» Il est à remarquer que, étant donnés la faiblesse de la raie violette et l'éclat de la verte, on peut presque considérer comme identiques les nombres de longueurs d'onde indiqués ci-dessus. Nous nous proposons de revenir sur l'interprétation de ces résultats.

» Avec la raie verte du mercure, nous avons encore observé des interférences pour une différence de marche de 43^{cm}, soit 790000 longueurs d'onde.

» L'extrême finesse des raies que donne le courant continu facilite toutes les observations d'interférences à grandes différences de marche; c'est ainsi que les coïncidences des franges fournies par les raies verte et rouge du cadmium sont encore observables avec des différences de marche de 18^{cm}, ce qui permet de mesurer sans aucun intermédiaire des épaisseurs de 9^{cm}.

» En résumé, l'emploi du courant continu pour l'obtention de phénomènes d'interférences à très grandes différences de marche est recommandable aux points de vue de la finesse des raies et de l'éclat relativement faible des composantes. La simplicité sans doute beaucoup plus grande du phénomène de décharge, et l'absence de troubles violents dans celle-ci sont sans doute liées à ces propriétés. Aussi considérons-nous ce mode d'alimentation comme le meilleur toutes les fois que la longueur d'onde devra s'introduire comme étalon de longueur. »

ÉLECTRICITÉ. — *A propos de la gaine lumineuse électrolytique.* Note de M. E. LAGRANGE, présentée par M. Lippmann.

« En 1891 et 1892, dans un Mémoire inséré dans les *Bulletins* de l'Académie des Sciences de Belgique ([1]), étudiant, après de nombreux physiciens, le phénomène curieux signalé pour la première fois par Foucault et Fizeau en 1844, nous avons signalé, M. Hoho et moi, les phases différentes qui caractérisent, en fonction de la différence de potentiel utilisée, le phénomène qui a lieu à l'électrode de petite surface; ces mêmes phases ont été retrouvées aussi par M. P. Bary ([2]). La période *instable,* signalée par nous, était d'ailleurs caractérisée par les intermittences du courant, et nous l'avons étudiée spécialement dans le cas d'une électrode négative, tout en signalant qu'en renversant les conditions initiales l'électrode positive donnait lieu à la même catégorie de phénomènes. Nous y disions aussi que la période *stable,* à l'étude de laquelle notre attention s'était spécialement attachée, était moins facile à obtenir à l'électrode positive qu'à la négative.

» A la suite de l'application intéressante que M. le professeur Wehnelt a récemment faite de la période instable sur un circuit à self-induction, mon attention a été ramenée sur cette question. J'ai cherché à obtenir avec une électrode négative une période instable aussi durable que celle que l'on obtient aisément à l'électrode positive en platine. Il y avait un certain intérêt à rechercher ce résultat, car l'emploi d'une électrode positive formée d'un métal quelconque est peu pratique, à cause de sa destruction rapide; comme électrode négative au contraire, dans le cas où l'on utilise comme électrolyte l'acide sulfurique dilué, on peut employer un métal commun comme le fer ou le cuivre; l'hydrogène, qui s'y dégage et qui constitue en partie la gaine entourant l'électrode, ne l'attaque pas sensiblement et elle peut se conserver presque indéfiniment.

» Comme nous l'avions remarqué dans notre travail de 1891-92 ([3]),

([1]) *Bull. Acad. Roy. Belgique,* t. XXII, 1891, et t. XXIII, 1892.

([2]) *Comptes rendus,* t. CXXVIII, p. 925-927.

([3]) M. Armagnat y appelle aussi l'attention dans la Note de M. Carpentier (*Comptes rendus,* t. CXXVIII, p. 187).

l'élévation de température de la solution diminue la différence de potentiel nécessaire au maintien de la gaine et, conséquemment, amène rapidement l'état stable avec courant continu. Pour donner donc de la *stabilité à l'état instable* si court dans le cas d'une électrode négative, j'ai formé cette électrode d'une ou plusieurs petites tiges de cuivre rivées à l'arête inférieure d'une large plaque de même métal placée verticalement en dehors du liquide et présentant donc une grande surface refroidissante ; dans ces conditions, on obtient les mêmes effets qu'avec l'électrode positive. Ces résultats ont été obtenus sur un circuit *sans self-induction* sensible, en utilisant comme source électrique une batterie d'accumulateurs. J'ai aussi, pour pouvoir faire usage de courants intenses, remplacé la lame de cuivre par un vase allongé de même métal contenant de l'eau sans cesse renouvelée. Dans ces conditions, j'ai pu, sur un circuit *avec ou sans self-induction,* interrompre périodiquement des courants de 40 à 100 ampères ; j'ai pu aussi les lancer dans un transformateur de 20000 volts et obtenir des décharges induites affectant la forme de celles que donne l'interrupteur du professeur Wehnelt. »

PHYSIQUE. — *Sur la substitution de l'action magnétique à l'action mécanique du trembleur, pour rompre directement les chaînes de la limaille dans les cohéreurs.* Note de M. **Th. Tommasina** [1], présentée par M. A. Cornu.

« Je viens d'obtenir des résultats qui me paraissent réaliser, au point de vue de la régularité du fonctionnement, une amélioration importante aux appareils récepteurs de la télégraphie sans fil.

» Les tubes très sensibles de M. Marconi contiennent de la limaille de nickel, avec des traces de limaille d'argent; on obtient aussi d'excellents radio-conducteurs avec des limailles de cobalt, de fer et d'acier. J'ai voulu voir si, dans ces différents cas, on pouvait rompre la chaîne des adhérences entre les grains, en approchant un aimant du cohéreur.

» J'ai observé que, toutes les fois qu'un pôle d'aimant était approché au-dessus du cohéreur, à une certaine distance, la limaille étant attirée en bloc ou en partie, la conductibilité disparaissait immédiatement. L'adhérence conductrice ne se reproduisait que si l'on éloignait l'aimant, et sous l'action d'une nouvelle onde électrique.

(1) Genève, laboratoire de Physique de l'Université.

» Il était naturel de chercher à utiliser cette observation pour rendre automatiquement aux cohéreurs leur sensibilité, *sans le secours du trembleur*. J'ai obtenu ce résultat en fixant un électro-aimant de façon que l'un des pôles fût à quelques millimètres au-dessus de la limaille, placée entre deux électrodes dans le cohéreur maintenu horizontal. Le circuit était formé par un accumulateur, une résistance et le relais, lequel agissait pour ouvrir et fermer le circuit de l'électro-aimant avec deux accumulateurs et un récepteur téléphonique, en dérivation convenablement shuntée.

» Une fois le réglage effectué, la réception des signaux a été parfaite, avec des tubes contenant des limailles d'acier, de fer, de cobalt et de nickel. Le mouvement de la limaille, très visible à l'œil nu, est d'une précision remarquable et ressemble à une pulsation. J'ai également constaté que les trépidations du sol, et même les secousses et les chocs donnés au cohéreur, ne dérangent nullement le fonctionnement de l'appareil.

» Cette modification répond aux desiderata justement indiqués par M. Edouard Branly dans sa Note à l'Académie du 1er mai, en traitant des effets très variables du choc. »

OPTIQUE. — *Transmission de la lumière par les milieux troubles.* Note de M. **P. Compan** (1), présentée par M. Mascart.

« Si une radiation λ d'intensité I_0 traverse un milieu trouble d'épaisseur z, son intensité I à la sortie est donnée par la formule

$$I = I_0 e^{-kz}.$$

» D'après la théorie de Clausius (2), on doit avoir $k = \frac{m}{\lambda^2}$, et, d'après celle de Stokes (3), $k = \frac{m}{\lambda^4}$, m étant une constante.

» Lord Rayleigh (4), appliquant cette dernière formule pour la lumière bleue du ciel, a trouvé qu'elle était sensiblement vérifiée. M. Hurion (5),

(1) Travail fait à l'Institut de Physique de l'Université de Montpellier (laboratoire de M. Crova).

(2) Clausius, *Pogg. Ann.*, t. LXII, p. 294, 1847; t. LXXVI, p. 161, 1849; t. LXXVIII, p. 543, 1853.

(3) Stokes, *Trans. of the Camb. Phil. Soc.*, t. IX, p. 1; 1851.

(4) Lord Rayleigh, *Phil. Mag.*, 4e série, t. XLI, p. 107; 1871.

(5) Hurion, *Comptes rendus*, t. CXII, p. 1431; 1891.

en interposant sur le trajet d'un faisceau lumineux une cuve contenant de l'eau troublée par du chlorure d'argent ou de l'essence de citron, a trouvé que la formule de Stokes était vérifiée dès le début, mais qu'après un certain temps il n'en était plus ainsi, et a admis qu'une diffusion générale s'ajoutait au phénomène; il pose $k = \frac{a}{\lambda^4} + b$, a et b variant d'ailleurs avec le temps. M. Crova [1], dans ses études sur la lumière bleue diffusée par le ciel, a trouvé que k ne pouvait être représenté par une puissance fixe de λ, puissance variable avec l'état du ciel. Enfin MM. Angström [2] et Stark [3], en étudiant l'absorption des rayons calorifiques et lumineux, ont trouvé qu'aucune des valeurs $\frac{m}{\lambda^2}$ ou $\frac{m}{\lambda^4}$ n'était applicable.

» J'ai d'abord étudié la transmission de la lumière par le noir de fumée : pour cela, j'ai employé le spectrophotomètre de M. Crova. Les deux sources sont deux carcels dont les distances aux fentes sont réglées de façon à avoir deux spectres d'intensités égales I_0, le nicol étant au zéro. Une lame recouverte de noir de fumée est placée sur le trajet de l'un des faisceaux, et l'on rétablit l'égalité d'intensité dans les diverses parties du spectre par la rotation du nicol. Si, pour une radiation λ, on tourne d'un angle α, son intensité est $I = I_0 \cos^2\alpha$; le micromètre a été gradué en fonction des longueurs d'onde, et l'on observe dans six régions du spectre pour les λ

667, 607, 565, 533, 506, 486.

» Le noir de fumée était déposé sur des couvre-objets de microscope en couches homogènes au moyen d'une flamme très large d'un bec de gaz à grille d'analyse, puis lavé à l'alcool pour enlever les produits pyrogénés; au microscope, la mise au point se fait alors nettement, et l'on voit un tissu réticulaire régulier formé par des grains de forme ovoïde, de diamètre inférieur à $0^{\mu},5$ [4].

» A cause de la grande hygroscopicité du noir et de la faible quantité employée, la pesée directe des lames est sujette à de grandes erreurs; j'ai préféré doser chimiquement, par un procédé volumétrique très sensible [5] le carbone déposé sur chaque

---

(1) Crova, *Comptes rendus*, t. CIX, p. 493, 1889; t. CXII, p. 1176 et 1246, 1891. — *Annales de Physique et de Chimie*, 6e série, t. XXII, p. 480, 1890; t. XXV, p. 534, 1892.

(2) Angström, *Transmission de la chaleur de diverses longueurs d'onde à travers les milieux troubles* (*Wiedemann Ann.*, t. XXXVI, n° 3, p. 715; 1877).

(3) Stark, *Propriétés optiques du noir de fumée* (*Wiedemann Ann.*, t. LXII, n° 10; 1897.

(4) Crova et Compan, *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 707; 1898.

(5) Imbert et Compan, *Bulletin de la Société chimique*, p. 305; 1899.

lamelle. J'ai opéré sur huit couches différentes et j'ai trouvé pour leur poids par centimètre carré

$0^{mgr},038$, $0^{mgr},0646$, $0^{mgr},0671$, $0^{mgr},0911$, $0^{mgr},146$, $0^{mgr},260$, $0^{mgr},345$.

» Pour chaque lame, l'intensité relative croît régulièrement du violet au rouge, suivant une courbe parabolique qui tend vers une droite lorsque l'épaisseur augmente. Mais comme l'absorption est très grande, on ne peut faire un grand nombre d'essais sous une certaine épaisseur; la sensibilité n'est plus assez grande.

» J'ai cherché si l'une des valeurs de k, $k = \frac{m}{\lambda^2}$ ou $k = \frac{m}{\lambda^4}$ s'appliquait, et j'ai trouvé que, pour toutes les lames, c'était la formule de Clausius qui était vérifiée, c'est-à-dire que l'on a

$$\lambda^2[\log I - \log I_0] = C.$$

» Ainsi voici les valeurs de C trouvées pour l'une des lames :

55,5, 54,0, 53,2, 52,0, 54,1, 55,4,

alors que pour $k = \frac{m}{\lambda^4}$, ces valeurs varient du simple au double; on a

$k = \frac{m}{\lambda^4}$: 572, 429, 353, 314, 304, 290.

» J'ai fait les mêmes expériences en comparant la carcel avec la lumière solaire diffusée par un verre dépoli et dans les limites où l'on peut opérer; le résultat a été le même.

« J'ai opéré sur deux quartz enfumés à faces parallèles, et j'ai eu encore des nombres constants pour $k = \frac{m}{\lambda^2}$; pour le quartz de 40^{mm}, j'ai obtenu pour C :

27,1, 23,2, 23,1, 23,2, 23,3, 23,5.

» Enfin, j'ai obtenu les mêmes résultats en interposant sur un des faisceaux une cuve à faces parallèles contenant de l'eau troublée par quelques gouttes d'encre de Chine. La transmission pour le noir de fumée satisfait donc à $k = \frac{m}{\lambda^2}$.

» D'autre part, en opérant avec le chlorure d'argent, en suspension dans l'eau, j'ai bien trouvé $k = \frac{m}{\lambda^4}$ comme M. Hurion.

» J'ai alors pris un certain nombre de milieux troubles et j'ai cherché à quelle valeur de k satisfaisait leur transmission. Pour chaque précipité, je faisais quatre essais avec des concentrations différentes.

» Avec la magnésie déposée sur des lames de verre en brûlant avec précaution des rubans de magnésium, j'ai trouvé $k = \frac{m}{\lambda^2}$. J'ai opéré sur cinq lames.

» Pour les précipités dans l'eau : le chlorure d'argent, le liquide de Brucke (solution de Marlic en larme dans l'alcool) et le sulfure de cuivre ont donné $k = \frac{m}{\lambda^4}$.

» L'alcool salé anisé et la teinture alcoolique de savon dans l'eau ordinaire ont donné $k = \frac{m}{\lambda^3}$.

» Le sulfate de baryte (dans un mélange de glycérine et d'eau), l'oxalate de chaux et l'encre de Chine ont donné $k = \frac{m}{\lambda^2}$.

» Si l'on prend un précipité tel que l'alcool salé anisé qui satisfait à $k = \frac{m}{\lambda^3}$ et si l'on examine la lumière transmise après des temps de plus en plus longs, on constate que la valeur de k ne s'applique plus, la lumière transmise devient de moins en moins rouge par suite du grossissement des gouttelettes d'essence et, après un certain temps (quatre heures environ), on peut arriver à la valeur $k = \frac{m}{\lambda^2}$.

» Il semble donc résulter de ces expériences que la nature de la lumière transmise dépend des dimensions des particules en suspension; on peut le montrer simplement de la façon suivante : dans une cuve à faces parallèles on met de l'eau distillée saturée d'hydrogène sulfuré; on verse quelques gouttes d'une solution d'azotate de plomb et l'on peut avoir une lumière transmise variant depuis le gris jusqu'au rouge vif en prenant des solutions d'azotate de plus en plus étendues, et surtout si l'eau est légèrement gommée.

» En résumé, ces expériences paraissent indiquer que dans la formule donnant l'intensité de la lumière transmise doit intervenir un facteur fonction de la dimension des particules. »

PHYSIQUE. — *Sur le calcul de la compressibilité d'un mélange gazeux d'après celles de ses éléments.* Note de M. **Daniel Berthelot**, présentée par M. H. Becquerel.

« L'augmentation de pression produite par le mélange de deux gaz se déduit de la compressibilité des gaz séparés et de celle du mélange. On peut chercher à aller plus loin et à calculer la compressibilité du mélange d'après celles des gaz séparés.

» J'ai proposé naguère (*Comptes rendus*, 13 juin 1898) un calcul fondé

sur les hypothèses suivantes : la compressibilité d'un mélange de x molécules d'un premier gaz, avec $1-x$ molécules d'un second est représentée comme celle des gaz séparés par la formule de Van der Waals; le covolume B du mélange est égal à la moyenne composée des covolumes b et b' des constituants $B = bx + b'(1-x)$; l'attraction spécifique moléculaire A s'obtient en admettant que, si l'attraction réciproque de deux molécules du premier gaz est proportionnelle à a et celle de deux molécules du second gaz à a', l'attraction d'une molécule du premier gaz sur une molécule du second est proportionnelle à $\sqrt{aa'}$, en sorte que

$$A = ax^2 + 2\sqrt{aa'}\,x(1-x) + a'(1-x)^2.$$

» La vérification numérique de ce calcul ne peut être essayée que dans les limites assez restreintes où l'équation de Van der Waals est vérifiée pour un gaz isolé. Il est impossible en effet de représenter l'ensemble d'un isotherme en regardant a et b comme constants. C'est ainsi que, si l'on emploie les valeurs de a et b déduites des coordonnées du point critique pour calculer le volume d'un gaz au voisinage de la pression atmosphérique, le volume calculé est inférieur de 30 pour 100 au volume réel.

» Aussi me suis-je borné, dans mes Communications antérieures, au cas de pressions voisines de la pression atmosphérique, et j'ai indiqué comment on peut fixer les valeurs approchées de a et b dans ces conditions.

» En outre, il est possible que l'attraction de deux molécules différentes n'obéisse pas à une simple règle de masse et exige l'introduction d'un coefficient spécial. Dans ce cas, la connaissance des propriétés des gaz séparés ne suffirait pas à calculer les propriétés du mélange. Les comparaisons ci-dessous permettent de répondre à cette question.

» Je reproduis d'abord le Tableau donné antérieurement (mai et juin 1898) des constantes a et b de divers gaz et des volumes v_m occupés par une molécule de chaque à 0° et 1^{atm}, le volume occupé par une molécule de gaz parfait étant égal à 1.

	H.	Az.	O.	CO^2.	Az^2O.	SO^2.
a......	0,00050	0,00105	0,00159	0,00913	0,1024	0,02840
b......	0,00114	0,00067	0,00083	0,00243	0,00268	0,00535
v_m.....	1,00064	0,99962	0,99924	0,99326	0,99239	0,97642

» Voici maintenant les coefficients d'écart A_2^1 à la loi de Mariotte à 16°,

calculés d'après ces données, comparés avec ceux que nous avons observés directement, M. Sacerdote et moi (¹) :

	$CO^2 + SO^2$.	$4Az + O$.	$H + O$.
A_2^1 observé.......	143×10^{-6}	5×10^{-6}	-2×10^{-6}
A_2^1 calculé.......	149×10^{-6}	5×10^{-6}	0×10^{-6}

» En ce qui concerne l'augmentation de pression produite par le mélange de deux gaz, M. Sacerdote a trouvé pour $SO^2 + CO^2$ (sous la pression 765^{mm}) $\Delta p = 1^{mm}36$; pour $CO^2 + Az^2O$ (sous 760^{mm}) $\Delta p = 0^{mm},08$; M. Braun (*Wiedemann's Annalen*, t. XXXIV, p. 948) a trouvé (sous la pression 71^{cm}) pour $SO^2 + H^2$, $\Delta p = 4^{mm},06$ et $3^{mm},88$; pour $CO^2 + H^2$, $0^{mm},86$ et $1^{mm},05$; pour $CO^2 +$ air, $0^{mm},35$; pour $Az^2 + H^2$, $0^{mm},21$; et pour $H^2 +$ air, $0^{mm},00$. Les écarts observés pour ces trois derniers mélanges, dont chacun n'a été l'objet que d'une seule mesure, sont à peine supérieurs aux erreurs d'observation de l'auteur qui atteignent $0^{mm},1$ à $0^{mm},2$. Enfin j'ai observé avec M. Sacerdote, pour $H + O$, $\Delta p = 0^{mm},20$ (sous la pression 752^{mm}). Le Tableau suivant permet de comparer ces valeurs aux nombres calculés :

	$SO^2 + H^2$.	$SO^2 + CO^2$.	$CO^2 + H^2$.	$CO^2 + Az^2O$.	$CO^2 +$ air.	$H^2 + O^2$.	$4Az + O$.
Δp observé.....	$3^{mm},9$	$1^{mm},4$	$1^{mm},0$	$0^{mm},1$	$0^{mm},35$	$0^{mm},2$	$0^{mm},0$
Δp calculé......	$3^{mm},7$	$1^{mm},1$	$0^{mm},9$	$0^{mm},0$	$0^{mm},6$	$0^{mm},05$	$0^{mm},0$

» Les nombres calculés ne diffèrent pas en général de plus de $0^{mm},2$ des nombres observés : accord qui peut être regardé comme satisfaisant, car l'incertitude sur les Δp observés n'est guère moindre de $0^{mm},1$, et l'incertitude sur les Δp calculés est du même ordre.

» Le mode de calcul développé ici permet donc d'obtenir, d'une manière approchée, la densité d'un mélange gazeux d'après celles de ses constituants. »

(¹) Parmi les mélanges d'hydrogène avec un gaz plus compressible que n'indique la loi de Mariotte, il doit en exister un qui suive cette loi sous de faibles pressions. Pour H^2 et CO^2, le calcul indique que ce mélange aurait la composition

$$0^{mol},79\, H^2 + 0^{mol},21\, CO^2.$$

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur une nouvelle préparation et quelques nouvelles propriétés du pentabromure de tungstène.* Note de M. **Ed. Defacqz**, présentée par M. Moissan ([1]).

« Les différentes combinaisons du brome et du tungstène ont été successivement étudiées par M. Riche, Blomstrand, puis par M. Roscoë. La méthode employée et préconisée par M. Riche ([2]) comme le meilleur moyen de préparation consiste à faire agir directement le brome sur le tungstène métallique; ce procédé permit à M. Blomstrand ([3]) d'obtenir le pentabromure et de l'analyser. Plus tard, M. Roscoë ([4]) reprend cette réaction; il indique les précautions indispensables pour que ce composé ne contienne pas d'oxybromures, il le purifie, en fait l'analyse, détermine son point de fusion et étudie l'action de l'hydrogène et de l'eau.

» L'action de l'acide iodhydrique gazeux sec nous ayant fourni un nouveau mode d'obtention de ces iodures, nous avons pensé à appliquer la même réaction pour la préparation des bromures.

» I. *Action de l'acide bromhydrique gazeux. Nouvelle préparation du pentabromure.* — On dispose dans un tube de verre une nacelle contenant l'hexachlorure pur et l'on fait passer un courant d'acide bromhydrique gazeux sec; lorsque l'air est entièrement chassé de l'appareil, on chauffe pour atteindre 300° environ; la réaction se manifeste vers 250°; quelques vapeurs brunes apparaissent, mais ne tardent pas à se condenser; le produit de la nacelle fond, puis se volatilise pour former à peu de distance de beaux cristaux foncés à reflets verdâtres.

» *Propriétés.* — Le pentabromure obtenu par cette méthode est une substance bien cristallisée en aiguilles rassemblées rappelant les feuilles de fougère; il est très hygroscopique, fumant à l'air, facilement décomposable pour donner de l'oxyde bleu; il se dissout dans un grand nombre de liquides : le tétrachlorure de carbone, le chloroforme, le bromoforme, l'alcool absolu, l'éther, l'essence de térébenthine, la benzine.

» Ces solvants doivent être complètement anhydres; il se forme sans cela des colorations et des précipités dus à la formation de l'oxyde bleu.

» L'air ou l'oxygène le décomposent pour donner un mélange d'oxybromures puis de l'acide tungstique.

([1]) Travail fait au Laboratoire des Hautes Études de M. Moissan, à l'École supérieure de Pharmacie.

([2]) Riche, *Annales de Chimie et de Physique,* 3e série, t. L, p. 5.

([3]) Blomstrand, *Journal für prakt. Chem.*, t. LXXII, p. 408.

([4]) Roscoe, *Chemical News,* t. XXV, p. 61.

» Le chlore donne, sans incandescence, vers le point de fusion du pentabromure, de l'hexachlorure; le soufre et le phosphore réagissent facilement pour former du sulfure et du phosphure.

» L'eau à froid précipite de l'oxyde bleu dont une partie est très ténue et donne à la solution une couleur rouge violacé. A chaud il se forme de l'oxyde bleu puis de l'acide tungstique.

» Les hydracides réagissent différemment, s'ils sont en solution ou gazeux : l'acide fluorhydrique à 40 pour 100 dissout entièrement à froid le pentabromure; l'acide chlorhydrique concentré fait de même et donne un liquide d'un magnifique bleu indigo; en solution étendue, il agit comme l'eau; l'acide bromhydrique fumant le dissout partiellement; gazeux et sec, ce dernier acide ne décompose pas le pentabromure à 300°, l'acide iodhydrique gazeux et sec donne, vers 400°, un iodure.

» L'hydrogène sulfuré et le phosphure d'hydrogène gazeux réagissent, le premier vers 500°, le deuxième vers 300°; il se forme un sulfure et un phosphure.

» Dans un courant d'acide carbonique, le pentabromure se volatilise sans décomposition.

» Les acides azotique et sulfurique ont des actions différentes suivant leur concentration : le premier transforme le pentabromure en acide tungstique; le deuxième, concentré, ne donne rien à froid, mais, en solution étendue, il précipite de l'oxyde bleu.

» Les alcalis en solution ou fondus, les azotates, les carbonates alcalins ou leurs mélanges, le bisulfate de potassium réagissent avec une grande énergie.

» *Analyse.* — Nous avons vu que l'eau en excès fournit un liquide coloré, de l'oxyde bleu, quelquefois de l'acide tungstique et de l'acide bromhydrique. On place donc aussi rapidement que possible dans une ampoule en verre mince une prise d'essai et on la ferme à la lampe; on la pèse, et on la casse dans un flacon à l'émeri à large ouverture de 250^{cc} contenant $\frac{1}{3}$ d'eau distillée; on laisse en contact quelques heures et on agite de temps en temps. On vide alors le contenu du flacon dans une capsule, on lave avec soin et l'on ajoute quelques gouttes d'acide azotique; on chauffe au bain-marie; au bout de quelques instants le précipité est jaune franc; on filtre, ou lave.

» Dans les eaux filtrées on y dose le brome à l'état de bromure d'argent, on le transforme en chlorure comme vérification; sur le filtre on a l'acide tungstique et les débris de verre; on dissout l'acide dans l'eau ammoniacale et on lave jusqu'à ce que les eaux ne soient plus alcalines; le tungstate d'ammoniaque est évaporé à sec et calciné dans une capsule de platine; du poids d'anhydride tungstique formé on déduit la quantité de métal. Le verre est pesé sur filtre taré; déduit du poids primitif il donne le poids de matière.

» La facile altération du pentabromure au contact de l'air et le nombre de manipulations rendent ces analyses pénibles, longues et délicates.

» Nous avons ainsi trouvé :

	I.	II.	III.	Calculé pour Tu Br.
Tu.........	31,80	32,74	31,73	31,51
Br.........	66,93	67,42	»	68,49

» *En résumé,* l'action de l'acide bromhydrique gazeux sec nous a fourni une nouvelle méthode de préparation du pentabromure de tungstène; son rendement nous a permis une étude plus complète de ce corps et d'indiquer quelques nouvelles propriétés de ce composé. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les sels mixtes halogénés du plomb.* Note de M. V. THOMAS, présentée par M. Troost.

« Dans une Communication précédente [1], j'ai montré que le chlorure et l'iodure de plomb étaient susceptibles de s'unir à molécules égales pour donner un chloroiodure bien défini.

» Je me propose, dans cette Note, de compléter l'histoire des sels mixtes halogénés du plomb en étudiant les sels doubles formés soit par la combinaison du chlorure et du bromure, soit par la combinaison du bromure et de l'iodure.

» *Chlorobromures.* — Les chlorobromures sont susceptibles de prendre naissance dans l'une des réactions suivantes :

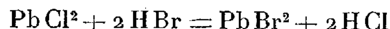
» 1° Action des hydracides sur les sel halogénés du plomb;

» 2° Dissolution du chlorure de plomb dans une solution de bromure ou inversement;

» 3° Action des chlorure et bromure alcalins sur les bromure et chlorure de plomb;

» 4° Action du brome sur les chloroiodures.

» La première méthode ne donne pas de bons résultats. La réaction



$$PbCl^2 + 2HBr = PbBr^2 + 2HCl$$

est en effet très peu exothermique; les deux réactions inverses sont par suite possibles à la même température. Le bromure de plomb est transformé totalement en chlorure de plomb par ébullition avec de l'acide chlorhydrique et le chlorure de plomb se transforme de même avec la plus grande facilité en bromure, lorsque l'on évapore sa solution bromhydrique. Il en résulte que, si des chlorobromures se formaient dans ces réactions, leur séparation offrirait de grandes difficultés, un excès d'acide les transformant soit en chlorure, soit en bromure. Ce procédé d'obtention a dû par suite être abandonné.

» La deuxième méthode n'est pas supérieure à la précédente, car les chlorure et bromure de plomb, tous deux orthorhombiques, paraissent isomorphes, et, en évaporant des solutions renfermant à la fois du chlorure et du bromure, on obtient des cristaux dont la teneur en chlore et en brome croît ou décroît régulièrement.

(1) *Comptes rendus,* t. CXXVII, p. 1349.

» En mélangeant au contraire des solutions convenables de chlorure de plomb et de bromure de potassium, on peut obtenir un sel mixte qui paraît bien défini.

» En partant des proportions suivantes :

$PbCl^2$	5^{gr}
KBr	1
H^2O	250

on peut facilement préparer un composé de formule $3PbCl^2.PbBr^2$.

» Ce composé, comme le chloroiodure, cristallise anhydre ([1]). Conservé pendant plusieurs mois à la lumière, il ne subit aucune altération. Il est soluble dans l'eau, mais en subissant une décomposition d'autant plus grande que la solution est plus diluée. Le sel double se résout partiellement en ses éléments, comme cela arrive, du reste, pour le chloroiodure. Il est insoluble dans l'alcool concentré et froid; à l'ébullition, la quantité dissoute est très faible. Soluble à froid dans l'acide chlorhydrique, plus facilement à chaud : la solution abandonne par refroidissement des cristaux de chlorure de plomb plus ou moins souillé de sel non transformé. Si l'on évapore la solution à sec, la transformation est totale. L'acide bromhydrique le dissout avec la plus grande facilité, même à froid, et le transforme en bromure.

» En opérant avec des solutions plus riches en chlorure, en partant par exemple du système

$PbBr^2$	4^{gr}
$AmCl$	24
H^2O	500

on n'obtient pas de sels mixtes, mais, tout comme si l'on opérait avec les hydracides, la transformation du bromure de plomb en chlorure est totale.

» En opérant au contraire avec des solutions plus riches en bromure, je n'ai pu réussir à produire des sels doubles renfermant plus de bromure.

» Le déplacement de l'iode du chloroiodure $PbICl$, par un courant de brome, conduit très naturellement à la formation du chlorobromure correspondant $PbBrCl$. Ce sont de fines aiguilles blanches inaltérables à la lumière, jouissant de toutes les propriétés du chlorobromure précédent, et qui se transforment facilement en iodure, par ébullition avec de l'acide iodhydrique.

» *Bromoiodures.* — Ils peuvent se former dans des circonstances analogues à celles où se produisent les bromoiodures. Ces sels doubles ont du reste été l'objet de différents travaux. Thorpe signale la formation de bromoiodures de plomb dans l'attaque de l'iodure par l'acide bromhydrique. Son Mémoire ([2]) relate l'existence de trois composés $PbBrI$, $PbI^2.3PbBr^2$ et $PbI^2.6PbBr^2$. Melle Field ([3]), en chauffant ensemble de

---

([1]) Voir V. Thomas, *Chlorobromures de plomb* (*Bull. Soc. chimique*, t. XIX, p. 598; 1898).

([2]) *American chemical Journal*, p. 232; 1888.

([3]) *Chemical News*, t. LXVII, p. 157; 1893.

l'iodure de plomb, du bromure d'ammonium et de l'eau, dans des proportions déterminées, semble avoir obtenu des aiguilles verdâtres correspondant à la formule $PbI^2 . 2PbBr^2$; malheureusement ces chimistes paraissent avoir borné leurs recherches à quelques analyses, sans se préoccuper de démontrer l'existence de tous ces composés.

» Plus récemment MM. Herty et Boggs (¹) ont repris l'étude de la question et ces chimistes semblent conclure, non pas à l'existence de composés chimiques définis, mais à la formation de mélanges isomorphes à compositions essentiellement variables.

» Je me propose de revenir, dans une prochaine Note, sur l'interprétation de ces expériences et sur certains faits qui permettront peut-être d'élucider un peu l'histoire de ces composés; je veux simplement ici indiquer les corps que j'ai pu préparer en utilisant les méthodes qui ont servi à la préparation des chlorobromures.

» L'acide iodhydrique attaque rapidement le bromure de plomb pour le transformer en iodure. Quoique l'iodure de plomb se dissolve bien dans l'acide bromhydrique, l'attaque se fait plus lentement, avec mise en liberté d'iode, par suite de la décomposition ultérieure de l'acide iodhydrique formé. Si, après avoir maintenu la température à l'ébullition, on laisse refroidir, il se dépose en général deux sortes de cristaux. Ce sont d'abord des croûtes cristallines qui donnent à l'analyse un chiffre considérable d'iode et sur lesquelles je reviendrai prochainement, puis des aiguilles d'un jaune verdâtre plus ou moins foncé dont la composition oscille entre $PbBrI$ et $PbBr^2$.

» En dissolvant jusqu'à saturation de l'iodure de plomb dans une solution chaude de bromure de plomb, on obtient par refroidissement des cristaux correspondant à la formule $3PbBr^2 . PbI^2$.

» Ce sont ces mêmes cristaux que l'on obtient en partant du système


$PbBr^2$... 5^{gr} KI... 1^{gr} H^2O... 250^{gr}

Au-dessus de 65°, ces cristaux se déposent en même temps que de l'iodure de plomb, mais entre 65° et 50° environ, ils se déposent exempts de toute impureté. A des températures plus basses, leur teneur en brome croît régulièrement jusqu'à la composition limite $PbBr^2$. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Separation et dosage de traces de brome en présence d'un très grand excès de chlorure.* Note de M. **H. Baubigny**, présentée par M. Troost.

« J'ai signalé dans ma dernière Note (²) que, grâce aux petites quantités de chlore formé lors du traitement à froid d'une solution concentrée

(¹) *Journ. Am. Chem. Soc.*, t. XIX, p. 820.
(²) *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 1160.

de chlorure par un mélange de permanganate et de sulfate de cuivre, on pouvait éliminer plus rapidement les traces de brome contenues dans le chlorure et hâter ainsi le dosage, cela malgré la nécessité d'une double distillation.

» J'ai alors pensé qu'il était préférable, pour mettre à profit cette observation, de substituer à l'emploi du mélange oxydant celui d'un peu de chlore pris en quantité *suffisante* pour déplacer le brome, mais toutefois *limitée*, de façon à permettre de traiter ensuite, comme je l'ai indiqué, la solution alcaline dans laquelle le brome et l'excès de chlore sont recueillis.

» L'expérience a pleinement confirmé ces vues, et de cette façon l'analyse peut alors être achevée en quatre ou cinq heures.

» Je remarquerai de plus que, si le chlorure renfermait beaucoup de sel de potassium, le sulfate de cuivre donnerait lieu à un dépôt abondant de sel double peu soluble à froid et susceptible de gêner. Dans ce cas, l'emploi du chlore constitue encore, par cela même, un avantage.

» Voici le mode opératoire auquel je me suis arrêté :

» A la solution saline on ajoute du permanganate, 10 pour 100 environ du poids du sel, puis de l'acide chlorhydrique. On ferme aussitôt l'appareil, on agite un peu et l'on adapte le condensateur. On chauffe alors au bain-marie, et quand ce dernier est à 50° on fait passer le courant d'air. Une fois la température de 98°-100° atteinte, il suffit de poursuivre la distillation de quinze à vingt minutes, pour que tout le brome et tout le chlore libre aient été entraînés hors de la solution saline. En chauffant, on accélère beaucoup, car, lors d'un essai fait à froid, l'air sortant de l'appareil sentait encore le chlore plus d'une heure après le commencement de l'opération, alors qu'en s'aidant de la chaleur sa durée excède rarement quarante minutes.

» Le phénomène est aisé à comprendre : le chlore se forme dans le sein même du liquide par l'action de l'acide chlorhydrique sur le permanganate, et il déplace le brome que le courant d'air, à chaud surtout, transporte avec le restant du chlore jusqu'au condensateur alcalin.

» Comme il y a intérêt à ne pas avoir un trop grand excès de chlore libre pour avoir un poids relativement minime de chlorure lors du second traitement, j'ai dû chercher d'abord quel était le poids de chlore fourni dans ces conditions par une goutte [1] (dix au centimètre cube) d'acide chlorhydrique pur du commerce à 20° ou 21° B. Pour cela, j'ai opéré avec une solution de permanganate ($1^{gr},3$ dans 35^{cc}); la distillation arrêtée après quinze minutes d'action à 100°, l'air sortant du ballon n'avait plus

---

[1] On peut avoir à volonté par centimètre cube le nombre de gouttes qu'on désire (de 10 à 30), suivant qu'on fait tomber le liquide d'un flacon ou par un tube étiré en pointe.

aucune odeur de chlore, et le dosage dans le liquide du condensateur a donné AgCl = 0gr,116; soit sensiblement pour le chlore $\frac{1}{4}$ 0,116 = 0gr,029.

» Une goutte d'acide chlorhydrique ($\frac{1}{10}$ de centimètre cube) est donc une quantité plus que suffisante pour décomposer quelques milligrammes de bromure.

» Ces points acquis, j'ai préparé deux essais; pour chacun, 10gr de sel marin (séché préalablement à 170°) ont été dissous dans 35cc d'eau avec 1gr,2 de MnO^4K; ensuite, à chacun, j'ai ajouté un volume rigoureusement jaugé d'une solution titrée et assez diluée de bromure de potassium et finalement, avant de fermer, une goutte (à 20 par centimètre cube) d'acide chlorhydrique.

» Le volume final, dans les deux cas, était d'environ 45cc.

» Les expériences ont été continuées selon les règles indiquées; aussi, je me borne à la simple indication des résultats :

NaCl employé.	KBr ajouté (solution titrée).	Valeur en AgBr du KBr ajouté.	AgBr retrouvé.
10gr	0,00424	0,0067	0,0078
10	0,00310	0,0049	0,0058

soit, pour chaque essai, 0gr,001 environ de AgBr en trop.

» Ces résultats ne pouvaient être dus à la présence du chlore parce que, chaque fois, j'ai procédé, lors de la seconde distillation, dans des conditions telles de dilution (1) (0gr,030 de chlorure alcalin dans 100cc) que pareille hypothèse devait être rejetée d'une façon absolue. Je fus ainsi amené à soupçonner de suite l'existence d'une trace de bromure dans le sel marin employé, ce sel constituant d'ailleurs un nouveau lot mis en expérience.

» En effet, en recommençant l'opération identiquement de même, sauf l'addition de bromure, avec 10gr de ce chlorure de sodium, j'ai pu, en supprimant le condensateur lors de la *seconde* (2) distillation, y reconnaître l'existence du brome grâce à la formation d'éosine sur un papier de fluorescéine roulé en cigarette dans le tube abducteur. Quant au poids, il me fut donné dans une seconde épreuve, en recueillant les produits volatils, par celui du bromure d'argent alors obtenu, soit 0gr,0009 : poids qui correspond sensiblement aux écarts, par excès, 0gr,0011 et 0gr,0009 trouvés précédemment.

» Revenant alors à mes premiers essais, j'ai d'abord purifié le sel des traces de bromure qu'il contenait par un traitement préalable avec le permanganate et une goutte d'acide chlorhydrique, en laissant perdre les produits volatils. Deux dissolutions à 12gr de NaCl et 1gr,3 de MnO^4K ont été ainsi préparées : l'une dans 40cc, l'autre dans 80cc, et j'ai recommencé les dosages avec les mêmes poids de bromure en réajoutant à chacun $\frac{1}{20}$ de centimètre cube d'acide chlorhydrique.

---

(1) *Séparation et dosage par voie directe du chlore et du brome* (*Comptes rendus*, t. CXXV, p. 609 et 610).

(2) L'excès relatif de chlore libre employé pour le déplacement du brome pouvant, lors de la première distillation, être un obstacle à la netteté de la réaction colorée, comme je l'ai fait connaître.

» Tout écart anormal avait alors disparu :

Na Cl employé.	K Br ajouté (solution titrée).	Valeur en Ag Br du K Br ajouté.	Ag Br retrouvé.
12gr	0gr,00424	0gr,0067	0gr,0066
12gr	0gr,00310	0gr,0049	0gr,0048

» La durée de la seconde distillation ayant été de quatre-vingts minutes, comptée à partir du moment où l'eau du bain-marie est à 98°.

» Comme on le voit, le procédé permet d'atteindre une très grande précision, puisqu'il m'a signalé et permis de reconnaître et de doser moins de $\frac{1}{2}$ milligramme de brome dans 10gr de sel marin. Sans crainte d'exagération, on peut donc affirmer qu'il en sera de même pour toute masse de chlorure du moment qu'elle renfermera un poids de bromure susceptible d'être pesé, puisque la seule modification à apporter se réduira à augmenter le volume de la solution saline, sur laquelle on doit faire agir le chlore destiné à décomposer les bromures en présence. C'est le cas pour 1mgr de brome dans 50gr et même 100gr de sel marin. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'activité du manganèse par rapport à la phosphorescence du sulfure de strontium.* Note de M. **José Rodriguez Mourelo** [1].

« Il y a quelques années, M. Lecoq de Boisbaudran effectua certaines expériences dans lesquelles les effluves électriques provoquaient, dans le vide, la phosphorescence des mélanges de différents corps qui n'étaient pas luminescents par eux-mêmes. Il employait des sulfates de calcium, magnésium, cadmium, strontium, baryum, glucinium, etc. en mélangeant à chacun de très petites quantités de sulfate de manganèse. Le mélange, chauffé et soumis, dans le vide, aux actions électriques, était phosphorescent et présentait différentes couleurs d'une intensité variable.

» En partant des faits constatés dans les travaux de M. Lecoq de Boisbaudran, j'ai entrepris une série d'expériences, dont le but a été d'étudier les actions des composés manganeux sur les sulfures de strontium phos-

---

[1] Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École centrale des Arts et Métiers à Madrid.

phorescents que je prépare, mais sans y faire intervenir ni les actions électriques, ni le vide.

» Je me suis servi, comme première matière, d'un carbonate de strontium artificiel, obtenu en traitant une solution de chlorure de strontium, très pur, par une autre de carbonate de sodium, pur aussi. On lava soigneusement le précipité et on le fit sécher, d'abord au grand air et ensuite à 120°; il en résulta une poudre d'une blancheur singulière, exempte d'alcalis et sans que les réactifs y indiquassent la présence de composés calciques. Ce carbonate de strontium, calciné, n'offre pas de phosphorescence : en le mêlant avec de la fleur de soufre et le chauffant au rouge vif pendant trois heures, on obtient un sulfure de strontium blanc, pur et non phosphorescent.

» Comme composé de manganèse, on employa le carbonate, obtenu aussi par voie humide; sa couleur était blanche, rosée; il était à peine altéré par le contact de l'air, il ne contenait pas de fer et le produit résultant de sa calcination au rouge ne présentait pas non plus de phosphorescence.

» Le but des premières expériences fut de constater si une petite quantité de carbonate de manganèse, agissant dans la réaction dont le sulfure de strontium est le produit, peut rendre celui-ci phosphorescent, en quoi il remplirait des fonctions analogues à celles du sous-nitrate de bismuth dans les expériences déjà exposées en d'autres Notes.

» On fit des mélanges intimes de carbonate de strontium, de fleur de soufre et de très petites quantités de carbonate de manganèse; on soumettait ces mélanges à l'action de la chaleur. Après quelques tâtonnements, celui qui donna les meilleurs résultats était ainsi composé : carbonate de strontium 100^{gr}, fleur de soufre 33^{gr}, carbonate de manganèse $0^{gr},15$.

» Ce mélange rendu bien homogène, on en comprima une certaine quantité dans un creuset en terre où il fut soumis, pendant trois heures, à l'action de la chaleur, au rouge vif. Le creuset refroidi lentement, on en tira une masse un peu dure, de nuance blanc grisâtre qui, après quelques secondes d'exposition à la lumière diffuse, offrait, dans l'obscurité, une belle et persistante phosphorescence. Il est à remarquer que la couleur de la lumière émise est quelque peu différente du vert plus ou moins jaunâtre propre aux sulfures de strontium préparés par moi. Ici la phosphorescence est d'un vert très clair, sans mélange de bleu ni de jaune. Ce fait semble indiquer une qualité spécifique du composé manganeux employé, dont l'activité à l'égard de la phosphorescence du sulfure de strontium a été démontrée.

» On chercha à vérifier, par d'autres expériences, si le carbonate de manganèse pourrait remplacer, comme matière active, le sous-nitrate de bismuth.

» Dans ce but, le mélange qui donna les meilleurs résultats était formé de : carbo-

nate de strontium 100^{gr}, fleur de soufre 33^{gr}, carbonate de sodium 1^{gr},40, chlorure de sodium fondu 0^{gr},85, carbonate de manganèse 0^{gr},15.

» Ce mélange ayant été finement pulvérisé, on le plaça, toujours bien comprimé, dans un creuset en terre; il fut soumis au rouge vif pendant trois heures de suite; après quoi, on laissa refroidir lentement. Il en résulta une masse compacte, assez dure, blanc grisâtre et d'apparence scoriforme; soumise à l'action de la lumière directe diffuse, sans insolation, elle présentait, dans l'obscurité, une splendide phosphorescence d'un vert clair, sans mélange de bleu ni de jaune, comme dans le cas précédent; seulement la lumière était plus intense. C'est en comparant la nuance de la phosphorescence du sulfure de strontium, dont la matière active a été le sous-nitrate de bismuth, avec celle qu'on obtient au moyen du carbonate de manganèse, et en exposant ensemble les deux produits pendant deux secondes à la lumière diffuse, qu'on apprécie ces différences de couleur. L'expérience sert aussi à démontrer le caractère de l'activité phosphorescente, pour les corps capables de l'exciter dans le sulfure de strontium.

» On voit donc que, de même que le sous-nitrate de bismuth, le carbonate de manganèse, dissous dans la masse d'un sulfure de strontium, lui communique la propriété de luire avec une belle nuance verte très claire, après que le mélange a été soumis à l'action de la chaleur au rouge vif pendant trois heures, temps nécessaire pour que la propriété lumineuse s'y développe avec une grande intensité. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur les pectines.* Note de M. **Em. Bourquelot.**

« L'année dernière j'ai fait à l'Académie, au nom de M. Hérissey et en mon nom, une Communication sur la pectine de Gentiane ([1]). Depuis lors, quatre autres pectines ont été étudiées dans mon laboratoire : M. Javillier a étudié la pectine de *Coing* et la pectine des pétales de *Rose de Provins;* M. Hérissey et moi, nous avons étudié la pectine de *Groseille à maquereau* et celle du *Cynorrhodon*. Ces recherches ont abouti à la connaissance de faits nouveaux, dont je crois utile de donner une vue d'ensemble ([2]); ils me paraissent de nature à préciser les notions que nous possédons sur les pectines, notions si vagues encore à l'heure actuelle.

» I. L'expression « pectine » n'a jamais eu jusqu'ici de signification

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 191; 1898.

([2]) Ces recherches ont été ou seront publiées *in extenso* dans le *Journal de Pharmacie et de Chimie*.

définitive. Dans l'esprit de Braconnot, qui, le premier, nous a fait connaître les pectines comme principes immédiats (1831), celles-ci sont des substances qui, comme les gommes et les mucilages, donnent avec l'eau des solutions visqueuses, et qui, comme la plupart des gommes, fournissent de l'acide mucique lorsqu'on les traite par l'acide nitrique. Mais, et c'est par là qu'elles diffèrent des mucilages et des gommes, les pectines en solution dans l'eau possèdent, en outre, la propriété de se coaguler par addition d'eau de baryte ou d'eau de chaux, et celle de donner de l'acide pectique par la potasse.

» Fremy (1840) a ajouté à ces données un fait intéressant : il a découvert un ferment soluble, la *pectase*, coagulant les solutions de pectine comme la présure coagule les solutions de caséine. Cette découverte nous a apporté un caractère nouveau, le plus important, à coup sûr, des pectines.

» Après Fremy, on a cherché à établir la nature chimique des pectines. On a d'abord constaté qu'elles donnent des matières réductrices par hydrolyse. Puis, dès 1868, Scheibler ayant retiré des betteraves une substance analogue aux pectines et préparé de l'arabinose par hydrolyse de cette matière, d'autres recherches ont suivi, inspirées par celles de Scheibler, dont les résultats conduisent à rapprocher les pectines d'hydrates de carbone composés de *galactane* (en raison de la production d'acide mucique par l'acide nitrique) et d'*arabane* (en raison de la formation d'arabinose par hydrolyse).

» Mais 1° il ne semble pas qu'on se soit préoccupé de s'assurer que les matières étudiées se coagulaient par la pectase, c'est-à-dire étaient de vraies pectines; 2° Fremy avait signalé ces pectines comme sans action sur la lumière polarisée, et le corps étudié par Scheibler est fortement lévogyre; 3° Scheibler lui-même a retiré des betteraves, et d'autres l'ont fait après lui, des substances pectiques dextrogyres; 4° enfin, l'arabinose, sauf dans le travail de Scheibler, n'a pas été retiré en nature. Tous ces derniers travaux se trouvent donc entachés d'incertitude.

» II. Les cinq pectines dont il est question ici ont été obtenues sans faire intervenir d'acide ou d'alcali. Les matières premières, après épuisement par l'alcool bouillant, ont été simplement traitées à l'autoclave (108°-110°) par de l'eau; après quoi la solution aqueuse a été précipitée par l'alcool, puis le précipité de pectine a été purifié en suivant les méthodes connues.

» Elles possédaient les propriétés attribuées aux pectines par Braconnot, et, de plus, leur solution aqueuse était coagulée par la pectase.

» Contrairement à ce qu'avait indiqué Fremy, ces pectines agissaient sur la lumière polarisée ; elles étaient dextrogyres. Les pouvoirs rotatoires trouvés sont (¹) :

Pectine de gentiane	$\alpha_D =$	$+ 82°,3$
» de pétales de rose	»	$+ 127$
» de coing	»	$+ 188,2$
» de cynorrhodon	»	$+ 165$
» de groseille à maquereau	»	$+ 194$

» Il y a, comme on voit, des différences marquées entre ces valeurs, ce qui conduit à penser, comme on l'admettait, semble-t-il, déjà du temps de Braconnot, qu'il existe de nombreuses sortes de pectines.

» Les cinq pectines hydrolysées par l'acide sulfurique étendu ont donné de l'arabinose qui, dans tous les cas, a été séparé à l'état cristallisé, et caractérisé par ses propriétés.

» Traitées par l'acide nitrique, elles ont donné de l'acide mucique. Par conséquent, d'après les idées courantes, ces pectines seraient constituées, au moins en partie, ainsi qu'on l'avait pensé, d'arabane et de galactane. Je dois ajouter que, jusqu'ici, dans un cas seulement (gentiane), et encore il reste des doutes à cet égard, on a observé, dans les produits d'hydrolyse concentrés, des cristaux microscopiques présentant les caractères des cristaux de galactose. Ces cristaux n'ont pu être isolés.

» III. La présence si fréquente des pectines dans les tissus végétaux, leur mode d'apparition et de disparition ont conduit à rechercher s'il n'existait pas un ferment soluble capable de les hydrolyser. Un tel ferment a été rencontré dans l'orge germée. Il n'existe ni dans la salive, ni dans le liquide d'*Aspergillus niger;* par conséquent, ce ferment n'est pas l'amylase, qui se trouve dans ces deux derniers liquides. Il est plus vraisemblable qu'il s'agit d'un ferment soluble nouveau, accompagnant l'amylase dans l'orge germée. Il a été désigné sous le nom de *pectinase*.

» Si l'on ajoute de la *pectinase* (sous forme de macération de malt) à une solution aqueuse de pectine, et si on laisse en contact un temps suffi-

(¹) Les trois premiers pouvoirs rotatoires ont été calculés sur la matière desséchée à 100°, déduction faite des cendres. Pour les deux autres, ils ont été calculés sur la matière desséchée à 100°.

sant, la solution devient incoagulable par la *pectase*. De plus, il se forme une certaine quantité de sucre réducteur.

» Ce n'est pas tout. Si l'on coagule d'abord la solution de pectine par la pectase, si l'on traite ensuite le coagulum par la pectinase, le coagulum disparaît peu à peu et, comme dans le cas précédent, il se forme du sucre réducteur.

» On peut encore opérer d'une autre manière : ajouter à la solution de pectine à la fois de la pectase et de la pectinase. Si la proportion du premier ferment est grande par rapport à celle du second, il y aura d'abord coagulation, puis liquéfaction du coagulum; tandis que, si c'est l'inverse, la coagulation n'aura pas lieu.

» Il y a là, comme on voit, une série de faits que l'on peut rapprocher de ceux que l'on connaît relativement à l'action de la présure et de la trypsine sur la caséine. La caséine, en effet, est coagulée par la présure et peptonisée par la trypsine (caséase) du pancréas, et la trypsine peptonise aussi bien la caséine en solution que la caséine coagulée. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Action de la toluylène-diamine sur les globules rouges*. Note de MM. **L. Lapicque** et **A. Vast**, présentée par M. Duclaux [1].

« On sait que la toluylène-diamine est un poison des globules rouges. On retrouve, en effet, après l'administration de ce poison aux chiens, à la dose de quelques centigrammes par kilogramme en injection sous-cutanée, les produits d'une destruction globulaire exagérée : il apparaît de l'ictère, et du fer s'accumule dans le foie et dans la rate; avec les doses un peu fortes, on observe même l'hémoglobinurie, et, dans ce cas, l'examen microscopique du sang fait voir directement les globules en train de se détruire.

» Les auteurs ont admis, en se basant sur ces derniers faits, que l'action du poison consiste à détruire les globules dans le sang circulant. Il en résulterait que le foie agit sur l'hémoglobine provenant de ces globules détruits et dissoute dans le plasma. Mais, au cours de recherches sur l'emmagasinement du fer qui se produit dans les organes hématolytiques par cette intoxication, l'un de nous avait constaté qu'après l'administration de

---

[1] Travail du Laboratoire de Physiologie de la Sorbonne.

doses très efficaces à ce point de vue et, par conséquent, affectant notablement l'hématolyse, on ne trouvait dans le plasma que des traces d'hémoglobine dissoute, ou même parfois pas du tout. Nous avons repris l'étude de la toluylène-diamine en nous donnant spécialement pour but de déterminer le mécanisme par lequel ce poison provoque une destruction exagérée des globules rouges.

» D'abord nous avons examiné le point relatif à l'hémoglobine dissoute dans le plasma.

» Voici comment nous opérions : le sujet (chien) recevait en injection sous-cutanée de 3^{cgr} à 6^{cgr} par kilogramme de chlorhydrate de toluylène-diamine dissous dans l'eau salée physiologique. Le produit dont nous nous sommes servis avait été préparé par M. Nitzberg et ne contenait qu'un seul isomère (1 CH^3, 2 et 4 AzH^2). A des intervalles divers après l'injection on faisait dans une artère une prise de sang de quelques centimètres cubes. Comme il est assez difficile, surtout en opérant sur de si petites quantités, de recueillir avec certitude le sang pur de façon à n'altérer aucun globule après sa sortie des vaisseaux, nous recevions ce sang dans une solution recevant, par litre, 10^{gr} de chlorure et 6^{gr} d'oxalate de sodium, puis le mélange des deux liquides était rapidement centrifugé et l'on observait si le liquide après séparation des globules était teinté en rose et présentait le spectre de l'oxyhémoglobine. Pour plus de sûreté, l'épreuve était toujours faite simultanément sur deux échantillons se contrôlant l'un l'autre.

» Dans ces conditions, nous avons observé en général avec les doses de 5^{cgr} et 6^{cgr}, vingt-quatre heures après l'injection, une hémoglobinhémie, mais toujours extrêmement légère, très insuffisante, à ce qu'il nous a semblé, pour rendre compte quantitativement et de l'ictère et de l'accumulation du fer. Les doses inférieures ne donnent pas d'hémoglobinhémie appréciable.

» Mais d'autre part, en examinant au microscope le sang des animaux intoxiqués qui ne contenait ainsi que peu ou point d'hémoglobine diffusée, il nous a paru qu'il était particulièrement difficile de faire des préparations de sang sans altérer les globules. Nous avons eu alors l'idée de rechercher si ces faibles doses de toluylène-diamine, qui ne détruisent pas les globules dans le sang circulant, n'affaiblissent pas leur résistance.

» La méthode de Hamburger ne nous a donné que des résultats incertains.

» Nous avons alors employé une méthode nouvelle, méthode qui consiste essentiellement à déterminer par la colorimétrie les proportions croissantes d'hémoglobine dissoutes par une série de solutions salines hypotoniques de concentration décroissante.

» Nous faisions cette détermination pour le sujet de chaque expérience (sang artériel); puis nous lui injections le chlorhydrate de toluylène-diamine (3^{cgr} à 6^{cgr} par kilogramme) et vingt-quatre heures après nous refaisions la détermination.

» On obtient ainsi régulièrement une augmentation notable, parfois allant jusqu'au double, de la proportion centésimale d'hémoglobine diffusée. L'écart est surtout marqué pour les solutions les plus concentrées, c'est-à-dire pour le bas de la courbe.

» Dans les cas où il y avait hémoglobinhémie, la quantité d'hémoglobine libre préexistant dans le sang s'est toujours montrée indosable pour la dilution au $\frac{1}{10}$ dans laquelle nous opérions et ne saurait par conséquent influencer les résultats numériques obtenus par cette méthode.

» Nous pouvons donc conclure que la toluylène-diamine rend les globules beaucoup plus vulnérables pour les solutions hypoisotoniques.

» Mais cette altération n'est pas la seule que subissent les globules. Nous avons observé d'une façon constante, et corrélative à la diminution de résistance des globules, la formation de méthémoglobine. Avec les doses fortes l'altération de la matière colorante est si marquée que le sang prend une couleur chocolat.

» Au spectroscope on observe, outre le spectre de l'oxyhémoglobine, une raie au milieu du rouge. L'addition d'une petite quantité d'ammoniaque fait disparaître cette raie qui est remplacée par une autre plus pâle et située à gauche de D. La première raie correspond au spectre de la méthémoglobine, la seconde à celui de la méthémoglobine alcaline. Ces deux spectres, et surtout le passage de l'un à l'autre par l'addition d'ammoniaque, sont absolument caractéristiques ([1]).

» Dans une intoxication moins avancée, il faut, pour trouver la raie de la méthémoglobine, examiner le sang sous une épaisseur telle que les deux raies de l'oxyhémoglobine sont fusionnées, parfois même que toute la partie du spectre à droite de D est éteinte. On a ainsi une indication approximative sur les proportions relatives d'oxyhémoglobine et de méthémoglobine dans le sang. Il nous a semblé que la proportion de méthémoglobine formée et la diminution de résistance globulaire marchaient toujours de pair. Nous avons cherché si la proportion de méthémoglobine était plus considérable dans la matière colorante diffusée sous l'influence des solutions hypotoniques que dans le sang total. Notre procédé d'appréciation rudimentaire ne nous a indiqué aucune différence entre ces deux cas.

» Si l'on fait la même recherche au bout de quelques jours sur un animal qui a survécu, on trouve alors non plus une diminution, mais une augmentation nette de la résistance du sang. Ce phénomène n'est pas spécial à la toluylène-diamine; il a déjà été observé par d'autres méthodes après la saignée; il indique ici la réparation de l'anémie causée par le poison.

([1]) Aucun de nos prédécesseurs n'a, à notre connaissance, signalé la méthémoglobine. On a, il est vrai, indiqué la formation d'hématine, mais nous estimons que c'est une erreur due à une interprétation incorrecte de la raie dans le rouge.

» En résumé, le mécanisme fondamental de l'intoxication par la toluylène-diamine nous paraît consister beaucoup moins en une destruction des globules dans le sang circulant qu'en une altération de ces globules portant sur leur résistance et sur leur matière colorante, altération qui provoque vraisemblablement la destruction de ces globules par les organes hématolytiques et spécialement par le foie. ».

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur le galvanotropisme des Infusoires ciliés.* Note de M. **Henri Mouton** ([1]), présentée par M. Duclaux.

« I. En 1889, M. Verworn ([2]) a montré que, si un courant électrique faible traverse une petite masse de liquide contenant des Infusoires de certaines espèces, notamment des Paramécies, tous ces êtres s'orientent, puis se dirigent vers la cathode, au voisinage de laquelle ils finissent par se rassembler tous. Il a désigné ce phénomène sous le nom de *galvanotropisme*.

» M. Ludloff ([3]) a fait voir, en 1895, que l'action du courant fait exécuter des mouvements différents aux cils des parties du corps respectivement dirigées vers la cathode et vers l'anode, et que ce sont ces mouvements qui déterminent l'orientation, puis la marche vers la cathode de l'Infusoire.

» Le courant agit-il directement par son passage à travers le liquide ou par l'intermédiaire de produits diffusibles formés au voisinage des électrodes et possédant sur les Paramécies une action chimiotropique? L'expérience suivante montre que la première hypothèse doit être adoptée.

» Deux réglettes de verre collées sur une lame de verre ménagent entre elles une longue rainure fermée à ses deux extrémités par deux autres petites lames. On obtient ainsi une sorte de cuve d'environ 30^{cm} de long et 3^{mm} de large, qu'on remplit d'eau contenant les Infusoires.

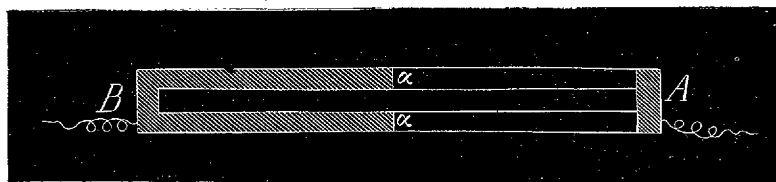
» Cette cuve est protégée de l'action du courant sur la moitié de sa longueur par une bande de papier d'étain $\alpha B \alpha$ (représentée par des hachures obliques), qui forme, en même temps, l'une des électrodes. La deuxième électrode A est formée d'une petite bande de papier d'étain recouvrant l'autre extrémité de la rainure.

([1]) Travail fait au Laboratoire de Botanique de l'École Normale supérieure.

([2]) M. Verworn, *Die polare Erregung der Protisten durch den galvanischen Strom.* (*Archiv. für die gesammte Physiologie*, t. XLV; 1895).

([3]) Ludloff, *Untersuchungen über der Galvanotropismus* (*Archiv für die gesammte Physiologie*, t. LIX; 1895).

» On peut d'abord ramasser tous les Infusoires en A en prenant cette électrode pour cathode. Renversant alors le courant, on voit les Paramécies se précipiter vers B. Dès qu'elles ont dépassé les points α et qu'elles se trouvent enfermées dans l'espace protégé



par la bande métallique, leur marche cesse d'être dirigée et elles vont en tous sens : les unes atteignent le fond B de la rainure, d'autres reviennent vers l'ouverture α, mais sont ramenées dans l'espace protégé dès qu'elles en sortent un peu ; et ainsi bientôt toutes sont rassemblées dans l'espace enveloppé par la bande métallique et s'y trouvent distribuées d'une manière homogène. Quelques-unes seulement passant au voisinage des points α d'où les lignes de courant émanent en grand nombre sont tuées par les produits de l'électrolyse.

» Si l'on renverse de nouveau le courant, les Infusoires placés à l'intérieur de la bande métallique ne semblent nullement en subir l'influence, mais ceux qui viennent dans la région des points α sont aussitôt orientés et dirigés vers A. Peu à peu, dans leur course de direction changeante à travers l'espace protégé tous les Infusoires arrivent à passer au voisinage de l'ouverture et subissent dès lors l'action du courant. Ainsi peu à peu la région αBα se vide d'Infusoires, mais bien plus lentement qu'elle ne s'en était remplie.

» Ainsi, que la bande αBα soit anode ou cathode, se manifeste une dissymétrie complète dans la manière dont les Paramécies se comportent de part et d'autre des points α. A gauche, dans la région protégée contre les lignes de force du courant, elles ne subissent aucune influence ; à droite, elles sont orientées et dirigées. On ne peut donc faire intervenir comme cause du mouvement des Paramécies la diffusion de produits formés en α et qui se diffuseraient certainement aussi bien à gauche qu'à droite de ces points.

» II. D'autres Infusoires manifestent en présence des produits de l'électrolyse formés à la cathode un chimiotropisme négatif qui, au voisinage immédiat de cette électrode, surpasse l'action du galvanotropisme positif; qui, à une distance un peu plus grande, en contrebalance exactement l'effet.

» Si l'on prend pour cathode un fil de platine plongeant verticalement dans une eau contenant des Colpodes et qu'on fasse passer un courant

d'une intensité suffisante pour déplacer vivement les Paramécies, on voit ces derniers Infusoires venir heurter le fil, se contracter, tourner quelque temps autour de leur axe et mourir, désorganisés par les produits de l'électrolyse. Les Colpodes, au contraire, se tiennent à distance du fil, formant autour de lui une couronne de quelques millimètres de diamètre. On a ainsi nettement affaire à une opposition entre le galvanotropisme et le chimiotropisme. Vient-on à supprimer le courant? La couronne de Colpodes se diffuse rapidement dans le liquide en s'éloignant de la cathode. Le renversement du courant, faisant agir dans le même sens les deux actions qui tout à l'heure s'opposaient l'une à l'autre, détermine une dispersion plus rapide encore de l'amas d'Infusoires. »

BOTANIQUE. — *Sur les formes de conservation et de reproduction du black rot.* Note de M. **Joseph Perraud**, présentée par M. Guignard.

« Le Champignon *Guignardia Bidwellii,* cause du black rot de la Vigne, possède, comme beaucoup de Pyrénomycètes, des formes de reproduction très variées : pycnides, spermogonies, périthèces, conidiophores, sclérotes simples ou pycnidiens, spores mycéliennes analogues aux chlamydospores.

» Si les auteurs paraissent d'accord pour reconnaître que le black rot peut présenter, pendant la période de végétation, des pycnides, des spermogonies et des conidiophores, en accordant aux pycnides le rôle prépondérant comme organe de propagation, ils ont émis des opinions contradictoires pour ce qui concerne les moyens de conservation du Champignon pendant l'hiver. Or cette question a une grande importance, car de la connaissance exacte des moyens de reproduction du black rot au début des invasions de chaque année peuvent résulter des indications précieuses pour l'application rationnelle des traitements.

» Dans cette Note se trouvent résumées mes observations sur ce sujet, faites pendant quatre années, dans des vignobles du Centre et de l'Est; certaines ne font que confirmer, en les précisant, des faits déjà annoncés, mais dont quelques-uns ont été niés.

» Mes recherches m'ont amené à considérer comme participant à la perpétuation du black rot d'une année à l'autre : 1° les stylospores sorties de leurs pycnides à l'automne; 2° les pycnides conservées intactes; 3° les sclérotes et périthèces.

» A. — On admettait que les stylospores sorties de leurs pycnides devaient, en raison de leur délicatesse, perdre rapidement leur faculté germinative. J'ai pu vérifier maintes fois le contraire en automne et en hiver. A ces époques, d'ailleurs, elles n'ont plus le même aspect qu'en été; elles sont plus colorées et possèdent une enveloppe plus épaisse.

» Ces *spores d'hiver* proviennent surtout des pycnides portées par les feuilles, en automne, et aussi par les sarments. Elles sont disséminées partout, notamment sur les diverses parties des souches, et sont ainsi bien placées pour contribuer aux premières invasions du printemps.

» Aussi conviendrait-il, lorsqu'on applique le premier traitement sur les feuilles, de sulfater tous les bois du cep, ce qui est facile à ce moment.

» B. — Les pycnides peuvent servir à la perpétuation du black rot en conservant intactes leurs stylospores pendant tout l'hiver.

» Mais sur les raisins blackrotés, les pycnides ainsi conservées sont l'exception. Au contraire, sur les bois malades, un grand nombre de pycnides conservent leurs stylospores à l'état vivant : ce qui explique le danger de laisser au milieu des vignobles des sarments entassés après la taille.

» On trouve également, en petit nombre, sur les raisins blackrotés, des spermogonies remplies de spermaties pendant l'hiver; mais on ignore le rôle que peuvent jouer ces fructifications.

» C. — M. E.-C. Bidwell, en Amérique, MM. Viala et Ravaz, Prillieux, Prunet, en France, ont étudié dans des conditions différentes la formation des sclérotes et des périthèces du black rot. J'ai fait sur cette question des recherches qui me permettent d'en préciser certains points.

» Les périthèces sont les organes les plus communs de reproduction du black rot au printemps. Ils se forment aux dépens d'un tissu sclérotique développé à l'intérieur des pycnides préexistantes. Il est excessivement rare que des sclérotes se forment en dehors des pycnides vides. Les spermogonies même sont rebelles à la production des sclérotes. Ainsi, très fréquemment, on trouve associées des pycnides et des spermogonies séparées par une cloison commune; les premières sont transformées alors que les secondes restent entières.

» Les sclérotes pycnidiens s'organisent en périthèces; ils ne donnent que très exceptionnellement des pycnides; je ne les ai jamais vus former des spermogonies.

» La différenciation du tissu sclérotique commence dès les premiers jours de novembre et se poursuit pendant tout l'hiver. En février apparaissent les premières asques, et les sporidies sont formées en avril; elles peuvent donc, avec les stylospores d'hiver, contribuer aux premières invasions du printemps.

» Des divers organes de la vigne susceptibles d'être attaqués par le black rot, les raisins seuls donnent naissance à des périthèces; les feuilles tombées sur le sol et les parties lignifiées n'en portent pas.

» La transformation des pycnides des raisins en sclérotes et plus tard en périthèces s'opère également lorsque les grappes désséchées sont restées suspendues sur les souches, sont tombées à la surface du sol ou sont enfouies plus ou moins profondément dans la terre.

» Dans ce dernier cas, la composition du sol n'a sur elle aucune influence sensible. L'évolution des sclérotes suit la même marche sur les raisins enfouis dans des sols sableux, granitiques, argileux ou calcaires, quelle que soit la date de l'enfouissement à partir du 15 octobre.

» La maturité des asques est seulement de quelques jours plus hâtive dans les sols sableux ou granitiques, s'échauffant plus facilement. D'une manière générale, si le printemps est sec, elle est plus avancée sur les raisins enterrés que sur ceux restés suspendus aux ceps, parce que l'humidité joue un rôle considérable dans l'évolution des périthèces, comme l'a indiqué M. Prunet. La proportion des conceptacles ne produisant pas de périthèces (20 pour 100 environ d'après mes observations) est à peu près la même dans tous les cas.

» Ces constatations montrent que, contrairement à ce qui a été dit, l'enfouissement des grappes blackrotées par des labours d'automne ne peut être considéré comme un moyen de destruction du parasite. Par ce procédé, on peut seulement immobiliser un nombre plus ou moins considérable de germes, à condition de ne pas déterrer, par les façons suivantes données au sol, les grappes et les grains précédemment enterrés. »

BOTANIQUE. — *Le* Botrytis cinerea *et la maladie de la Toile*. Note de M. J. **Beauverie**, présentée par M. Ph. Van Tieghem.

« Nous avons fait connaître, dans une Note récente [1], que le *Botrytis cinerea*, cultivé sur terre humide à une haute température, se transforme en une forme stérile fixe, qui est précisément le mycélium constituant la maladie appelée *Toile* par les horticulteurs.

» Des praticiens nous ont appris, depuis cette Communication, que la Toile a commencé ses ravages dans la région lyonnaise, il y a seulement une quinzaine d'années, à partir du moment où les horticulteurs ont pris l'habitude de chauffer fortement, dans une atmosphère confinée, les châssis et les couches, pour faciliter les germinations et la reprise des boutures. Elle était inconnue avant cette époque. Ceci vient bien à l'appui de ce que nous avons dit de la transformation du *Botrytis* qui, dans les circonstances ordinaires, reste inoffensif.

» Nous avons institué une série d'expériences comparatives, afin de voir comment se comporte le *Botrytis cinerea* sur des substratum de compositions physique et chimique variées, placés soit à la température de 30°,

---

(1) *Comptes rendus*, séance du 27 mars 1899.

soit à la température ordinaire du laboratoire (14° à 18°) et soumis à des conditions diverses d'éclairage et d'humidité.

» Sur terre humide à 30°, la transformation est complète; on obtient une forme stérile identique à la Toile, qui, ensemencée sur d'autres milieux et dans les circonstances les plus variées, se montre définitivement fixée; elle produit sur les végétaux les ravages que l'on sait. A la température ordinaire, on a également transformation en une forme complètement stérile mais non fixe, car, transportée sur des milieux plus nutritifs, elle ne tarde pas à faire retour à la forme *Botrytis*; de plus, elle est beaucoup moins dangereuse pour les semis et pour les boutures. Si l'on vient à la soumettre à la température de 30°, elle acquiert toutes les propriétés de la première forme.

» Sur d'autres milieux plus nutritifs que la terre, nous obtenions à 30° une série de transformations du *Botrytis cinerea* et une production de formes stériles, moins complètement modifiées que ne l'est la Toile. Ces formes, replacées dans les conditions qui favorisent le développement du *Botrytis cinerea* normal, font retour au type au bout d'un temps égal à celui qu'a nécessité leur production. A la température ordinaire se produisait sur ces milieux la fructification normale.

» Les principaux substratum sur lesquels nous avons constaté ces faits sont : la liqueur de Raulin, utilisée liquide, ou imbibant de la pierre ponce, ou rendue solide par la gelose à 2 pour 100; des solutions de peptone à 25° et 40° pour 1000; du bouillon de viande; de la gélatine nutritive; du lait, sur lequel se produit un bourgeonnement toruleux particulier des têtes fructifères; amidon, pomme de terre, carotte.

» Sur des milieux peu nutritifs, comme eau de levure, liquide Raulin sans azote, glucose à 4 pour 100, il y avait production de formes stériles, à basse température comme à 30°, quoique moins nettement.

» Une culture en grand, sur glucose à 10 pour 1000, nous a donné, à la température ordinaire, exclusivement la forme à sporidies signalée par de Bary.

» Ces expériences montrent la grande influence qu'ont sur la transformation du *Botrytis* une température élevée et une teneur médiocre du substratum en éléments nutritifs. Quelle est la part de l'humidité?

» Utilisant la notion des tensions des vapeurs au-dessus des solutions salines, nous avons fait deux séries de cultures sur gélatine nutritive, dans des atmosphères présentant des fractions de saturation différentes; une série était mise à l'étuve à 30°, l'autre restait à la température ordinaire (14° à 18°). Nous constations que la transformation du *Botrytis* en Toile s'opère, quoique imparfaitement, à la température ordinaire, si l'atmosphère est saturée ou presque saturée d'humidité; on trouve alors, à côté de la forme modifiée, des fructifications normales. Le développement normal est plus abondant que dans la culture correspondante à 30°, mais, chez celle-ci, le passage est

complet. A la température ordinaire, l'aptitude du végétal à se transformer cesse brusquement si l'humidité diminue; elle subsiste encore à 30° pour une sécheresse relative.

» L'obscurité qui, d'après Rindfleisch, L. Klein, Lendner, favorise la production des conidies de *Botrytis*, n'est pas un obstacle à la production de la forme stérile, comme nous l'ont montré des expériences faites dans des récipients recouverts d'une épaisse couche de vernis noir. Il se produit quelques modifications particulières : sur lait et liquide Raulin, les parois des filaments présentent fréquemment d'énormes épaississements; sur bouillon de viande, elles se plissent et il y a production de cellules géantes; sur lait, les filaments qui hérissent les têtes fructifères modifiées s'enroulent constamment en spirale, donnant à ces têtes un aspect caractéristique.

» *En résume :* haute température (30° au plus), état hygrométrique voisin de la saturation, substratum médiocrement nutritif, atmosphère confinée, sont les conditions qui, réunies, favorisent au plus haut degré la transformation du *Botrytis cinerea* en une forme stérile fixe (*Toile*) très dangereuse pour les végétaux. Ces facteurs agissant seuls peuvent opérer partiellement cette transformation : ils donneront une forme Toile, non fixée et peu dangereuse pour les semis et les boutures.

» Nous ajouterons donc aux moyens que nous préconisions lors de notre précédente Note qu'il serait sage, pour éviter le retour de la Toile dans les établissements qui y sont sujets, de revenir aux anciennes méthodes de bouturage, de ne point agir avec des températures élevées et surtout d'aérer le plus possible les cultures, en un mot d'éviter les hautes températures et l'excès d'humidité si favorables, surtout quand ils coïncident, au développement de la Toile. »

BOTANIQUE. — *Sur la germination du* Neottia Nidus-Avis (1). Note de M. **Noel Bernard**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« J'ai eu l'occasion d'observer la germination des graines de *Neottia Nidus-Avis* dans les circonstances suivantes : une tige aérienne de cette plante, portant ses fruits bourrés de graines, s'est trouvée, sans doute à l'automne dernier, accidentellement enterrée dans le sol, sous une couche

(1) Travail fait au Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau.

de feuilles mortes. Au printemps, les graines, encore enfermées dans les fruits, ont germé en grand nombre; cela m'a permis d'observer les premiers stades de la germination depuis la graine jusqu'à de jeunes plantes ayant 5^{mm} de longueur.

» Ces plantules ont la forme de massues à l'extrémité aiguë desquelles reste encore fixé le tégument déchiré de la graine; leur surface est lisse et ne présente pas de poils absorbants. En coupe, on y observe trois sortes de cellules : 1° au centre, des cellules à parois minces formant un parenchyme riche en amidon ; 2° quelques assises de cellules presque entièrement remplies par un peloton serré de filaments mycéliens cloisonnés; 3° à la périphérie, une assise de cellules épidermiques sans amidon et sans filaments mycéliens.

» Ces trois types de cellules se rencontrent avec les mêmes caractères dans les racines et dans le rhizome des plantes adultes; en particulier, les cellules du second type, avec filaments mycéliens dits *mycorhizes*, ont été souvent décrites.

» La présence de ces mycorhizes dans les cellules dès les plus jeunes stades de la germination, alors que les graines en paraissent complètement dépourvues, s'explique par les observations suivantes :

» On trouve à cette époque de l'année, dans la forêt de Fontainebleau, des tiges de *Neottia* dressées hors du sol et portant encore les fruits qui se sont formés l'été dernier. Ces tiges sont desséchées et creuses par suite de la destruction du parenchyme central. Une trentaine de ces tiges, que j'ai pu examiner, ont présenté constamment, à leur base, dans la partie restée sous le sol et à l'humidité, un lacis serré de filaments mycéliens remplissant la cavité interne. Ces filaments sont de couleur brune, ramifiés et cloisonnés; on y observe normalement des anastomoses en boucle entre deux cellules successives. A la base de la tige, ces filaments mycéliens sont en relation avec de vieilles cellules à mycorhizes facilement reconnaissables; à l'intérieur des cellules, les filaments ont une membrane plus mince, et l'on y observe quelquefois, mais pas toujours, des anastomoses en boucle.

» Il existe donc ainsi, dans les tiges mortes, de nombreux filaments de mycorhizes libres qui ne s'étendent que dans la partie enterrée et humide des tiges; la partie dressée hors du sol, complètement sèche, en est dépourvue.

» Or la tige entièrement enterrée dont j'ai parlé plus haut a été maintenue à l'humidité dans toute sa longueur; j'ai vérifié que les filaments mycéliens s'y sont étendus dans toutes les parties; il en existe dans le

pédoncule des fruits, et la cavité des fruits elle-même en est envahie. Les graines en germination que ces fruits contiennent sont enserrées par ces filaments et réunies en paquets plus ou moins volumineux. Ainsi la germination des graines s'est opérée au sein d'une culture de mycorhizes libres.

» Les auteurs qui ont tenté de faire germer des graines de *Neottia* dans les conditions d'humidité, d'aération et de température qui suffisent d'ordinaire pour provoquer les germinations n'ont pas observé de modifications de ces graines ([1]). Je n'ai moi-même pas obtenu de résultats dans des expériences de ce genre, plusieurs fois répétées. Je suis donc amené à conclure que les mycorhizes sont indispensables à la plante dès l'époque de sa germination.

» M. Prillieux ([2]) a signalé la propagation des *Neottia Nidus-Avis* par persistance durant l'hiver de leurs parties souterraines (racines contenant des mycorhizes); la propagation par graines n'avait pas encore, à ma connaissance, été constatée. Mais, quel que soit celui des modes par lequel l'espèce se conserve, on voit que les *Neottia* vivent en symbiose avec des champignons à tous les moments de leur développement. Des descriptions données par MM. Prillieux et Rivière pour l'*Angræcum maculatum* ([3]) et par M. Fabre pour l'*Ophrys apifera* ([4]), il semble résulter qu'une semblable symbiose s'opère aussi dès la germination.

» La symbiose serait donc plus complète pour ces espèces et sans doute pour beaucoup d'Orchidées que pour les plantes à mycorhizes dont les graines peuvent germer et végéter dans un sol stérilisé. »

([1]) Germain de Saint-Pierre, *La collection d'Orchidées des latitudes tempérées cultivées au château d'Eu* (*Bulletin de la Société botanique de France*, t. XXIII, Session extrordinaire).

([2]) Ed. Prillieux, *De la structure anatomique et du mode de végétation du* Neottia Nidus-Avis (*Ann. Sc. nat. Bot.*, 4e série, t. V, 1856).

([3]) J.-H. Fabre, *De la germination des Ophrydées et de la nature de leurs tubercules* (*Ann. Sc. nat. Bot.*, t. V, p. 163; 1856).

([4]) E. Prilleux et A. Rivière, *Observations sur la germination et le développement d'une Orchidée* (Angræcum maculatum) (*Ann. Sc. nat. Bot.*, t. V, p. 119; 1856).

PÉTROGRAPHIE. — *Sur une tachylyte du fond de l'Atlantique nord.* Note de M. **P. Termier**, présentée par M. Michel Lévy.

« J'ai décrit, dans une précédente Note ([1]), une curieuse *tachylyte* (basalte vitreux, hyalobasalte) dont on m'a apporté des fragments, arrachés par des dragages au fond de l'Atlantique, en une région où le fond est constitué par des affleurements rocheux, à 500 milles environ au nord des Açores. Depuis lors, MM. de Nerville et Holfeld m'ont procuré de nouvelles esquilles de la même roche, et j'ai pu compléter, et, sur un point, rectifier mes premières observations.

» Toutes les esquilles ont sensiblement la même densité, et toutes renferment, en abondance, de petits cristaux, parfaitement formés, d'une olivine limpide.

» Quelques-unes montrent, au microscope, les taches polychroïques et biréfringentes que j'ai signalées; d'autres n'en contiennent pas et ne montrent, dans un verre brun clair, isotrope et homogène, que des cristaux et des cristallites d'olivine.

» Les taches brun foncé, polychroïques et biréfringentes, dont j'ai parlé, sont le plus souvent clairsemées dans la matière vitreuse : c'est le cas de l'échantillon que j'ai décrit dans ma première note. Elles peuvent aussi être très serrées, au point de se toucher, de se superposer même dans l'épaisseur de la préparation, et de constituer enfin une sorte de feutrage où le verre ne joue plus qu'un rôle tout à fait surbordonné.

» Ces taches polychroïques et biréfringentes ne vont jamais sans un paquet ou un réseau de trichites noirs très fins. Elles s'arrêtent où les trichites s'arrêtent. Quand elles entourent un cristal d'olivine, elles renferment tout autant de trichites, et les mêmes, que lorsqu'elles se développent en plein verre. Réciproquement, partout où les trichites se montrent, ils sont baignés dans une tache polychroïque et biréfringente.

» D'autre part, ces taches ne disparaissent point par la calcination, même quand celle-ci est poussée jusqu'à la température de ramollissement du verre à vitres. La matière vitreuse ambiante prend, par cette calcination, une couleur plus foncée; mais le polychroïsme des taches persiste, et

([1]) *Comptes rendus*, séance du 27 mars 1899.

il n'y a de modification sensible, ni dans la forme et la distribution des trichites, ni dans la biréfringence de la matière polychroïque.

» Ces caractères éloignent l'idée qui m'était venue tout d'abord, et d'après laquelle les taches en question seraient assimilables aux *auréoles polychroïques* du mica et de la cordiérite. Ici, les auréoles eussent été déterminées, dans du verre coloré, par des phénomènes de tension. Il y aurait eu développement d'un *polychroïsme accidentel*, en même temps que d'une double réfraction accidentelle. Sans doute l'expérience n'a jamais, jusqu'à présent, réalisé ce polychroïsme accidentel; mais il n'est cependant pas absurde, *a priori*, d'en concevoir la réalisation.

» Je regarde aujourd'hui comme plus probable que chacune des taches polychroïques et biréfringentes corresponde à un cristal naissant d'un certain minéral. Tel est, en tout cas, l'avis de M. Michel Lévy, qui a bien voulu examiner mes préparations. Ce minéral naissant aurait les propriétés suivantes : polychroïsme énergique dans des tons bruns ou brun rougeâtre ; angle vrai des axes optiques voisin de 90°; biréfringence considérable, que l'on ne peut d'ailleurs mesurer, l'épaisseur des cristaux en question, noyés dans le verre, n'étant pas susceptible d'évaluation. Les taches de forme allongée, examinées entre deux nicols croisés, s'éteignent, par rapport à la direction de l'allongement, sous de petits angles.

» Ces propriétés font songer à la hornblende ferrifère. La biréfringence semble trop élevée pour que l'on puisse l'attribuer à l'hypersthène. Je ne connais aucun autre minéral qui réponde aux conditions du problème.

» Mais la naissance de la hornblende, en pleine roche vitreuse, a de quoi surprendre. C'est l'augite que l'on se serait attendu à trouver : et c'est à peine si, dans toutes mes préparations, on voit apparaître deux ou trois cristallites incolores qui ne soient pas de l'olivine, et dont l'attribution à l'augite ne soit pas invraisemblable.

» De plus, la forme extérieure de ces prétendus cristaux de hornblende est arrondie, nuageuse, sans aucune tendance vers une figure géométrique, alors que les plus petits cristallites d'olivine ont déjà une forme orthorhombique parfaitement nette. Je cite encore, comme une objection grave à l'hypothèse qui attribue toutes les taches polychroïques à des cristaux naissants de hornblende, je cite, dis-je, ce fait que le microscope ne montre en lumière naturelle qu'une très petite différence d'indice de réfraction entre la matière des taches et le verre ambiant.

» On voit donc que la tachylyte ramenée du fond de l'Atlantique nord se trouve être une curiosité minéralogique, en même temps qu'une curiosité géologique. Il est à désirer que d'autres dragages soient faits dans la même région, afin d'élucider les nombreux problèmes que soulève d'ores et déjà, sans les pouvoir résoudre, l'examen pétrographique de ces minuscules esquilles. »

M. **Ed. Spalinowski** adresse une Note relative à quelques « phobies » pathologiques.

La séance est levée à 4 heures un quart.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 15 mai 1899.

Station de Chimie végétale de Meudon (1883-1899). *Chimie végétale et agricole*, par M. Berthelot, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences. Paris, Masson et Cie, Gauthier-Villars, 1899; 4 vol. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

De l'extension du système décimal à la mesure de la circonférence. Éphémérides et Tables numériques en parties décimales du quart de cercle, préparées pour une application à la navigation, par le Capitaine de frégate E. Guyou. Paris, Gauthier-Villars, 1899; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Guyou.)

Notice sur le Quarrimètre, appareil enregistreur pour la mesure des quarres du Pin maritime, par J. Demorlaine. Compiègne, Henry Lefebvre, 1898; 1 fasc. in-12.

Ornis. Bulletin du Comité ornithologique international. T. IX (1897-1898), n° 3. Paris, Masson et Cie, 1899; 1 br. in-8°.

Annales télégraphiques. Mémoires et documents relatifs à la Télégraphie et à l'Électricité. 3e série, t. XXIV, sept.-oct. 1898. Paris, Vve Ch. Dunod, 1898; 2 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société géologique de France. 3e série, t. XXVII, 1899, n° 1. Paris, au siège de la Société, 1899; 1 fasc. in-8°.

La tuberculose dans la République Argentine, par le Dr SAMUEL GACHE. Buenos Ayres, Augustin Etchepareborda, 1899; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

La tuberculosis en la Habana, por el Dr ANTONIO DE GORDON Y DE ACOSTA. Habana, 1899; 1 fasc. in-12.

Égypte, Inde, Ceylan, Chine et Japon : leur agriculture, par L. KLINGUEN. Saint-Pétersbourg, 1898-99. (En russe.) (Offert par M. Venukoff.)

Die Elemente des Erdmagnetismus... und ihre säcularen Aenderungen...., von Dr H. FRITSCHE. Saint-Pétersbourg, 1899; 1 fasc. in-8°.

Onoranze a Francesco Brioschi. (Liste de souscription.) Milano, 1899; 1 fasc. in-4°.

On gravitation in gaseous nebulae. FRANCIS-E. NIPHER. (*Transactions of the Academy of Science of Saint-Louis*. Vol. IX, n° 4, 1899.) 1 fasc. in-8°.

Some insects injurious to garden and orchard crops, by F.-H. CHITTENDEN. Washington, 1899; 1 fasc. in-8°.

Geological literature, added to the geological Society's library, during the year ended December 31st, 1898. London, Burlington house, 1899; 1 vol. in-8°.

Memoirs and proceedings of the Manchester literary and philosophical Society, 1898-99. Vol. XLIII, Part I. Manchester; 1 vol. in-8°.

The institution of mechanical engineers : Proceedings. October, 1898, n° 4. London, 1 vol. in-8°.

Transactions of the South African philosophical Society. Vol. X, Part. 2-3, 1898. Cape Town, 1899; 2 fasc. in-8°.

The journal of the College of Science imperial University of Tokyo, Japan. Vol. XI, Part. II. Tokio, Japan, 1899; 1 fasc. in-4°.

Meteorologische Beobachtungen angestellt in Jurjew im Jahre 1898. Jurjew, 1899; 1 fasc. in-8°.



COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 23 MAI 1899,

PRÉSIDENCE DE M. VAN TIEGHEM.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** présente à l'Académie le Rapport, resté inédit, lu par Poisson le 4 juillet 1831, sur le Mémoire d'Évariste Galois relatif à la théorie des équations algébriques.

« Galois, né le 26 octobre 1811, n'avait pas atteint sa vingtième année. La rédaction de la grande découverte qui l'a rendu illustre était obscure et concise. « Nous comprenons, a dit Liouville, que d'illustres géomètres » aient jugé convenable d'essayer de ramener au droit chemin, par la sé- » vérité de leurs sages conseils, un débutant plein de génie, mais inexpé- » rimenté. »

» Le Rapport que nous publions n'est connu que par une phrase de Lacroix, l'un des commissaires, qui n'avait pris aucune part à sa rédaction et, très probablement, n'avait pas lu le Mémoire.

« En 1831, a écrit Lacroix, un jeune Français, Évariste Galois, mort » l'année suivante, avait annoncé, dans un Mémoire présenté à l'Académie

» des Sciences, que, *pour qu'une équation irréductible de degré premier soit* » *soluble par radicaux, il faut et il suffit que, deux quelconques des racines* » *étant connues, les autres s'en déduisent rationnellement;* mais ce Mémoire » parut à peu près inintelligible aux commissaires chargés de l'examiner. »

» On verra par le Rapport de Poisson que, sans proposer de jugement définitif sur des raisonnements très subtils et trop peu développés, il les trouvait assez importants pour en exposer les conclusions, et conseiller à l'auteur d'en compléter la rédaction.

» Galois lui-même, très certain de l'exactitude de sa découverte, savait la démonstration difficile à suivre; il a écrit, la veille de sa mort, à son ami Auguste Chevalier : « Tu prieras publiquement Gauss ou Jacobi de donner » leur avis, non sur l'exactitude, mais sur l'importance de ma théorie. »

Rapport sur un Mémoire de M. Galois ayant pour titre : « Mémoire sur les conditions de résolvabilité des équations par radicaux ».

(Commissaires : MM. Lacroix et Poisson.)

« Le but que l'auteur s'est proposé dans ce Mémoire est de démontrer un théorème qu'il énonce ainsi :

» Pour qu'une équation irréductible de degré premier soit soluble par radicaux, il faut et il suffit que, deux quelconques de ses racines étant connues, les autres s'en déduisent rationnellement.

» L'auteur entend par équation irréductible une équation dont les coefficients sont rationnels et qui ne peut se décomposer en d'autres équations qui aient aussi leurs coefficients rationnels. D'après sa proposition, l'équation générale du troisième degré, par exemple, serait résoluble, parce que la somme des trois racines étant égale au coefficient du second terme pris avec un signe contraire, chacune d'elles s'exprime rationnellement au moyen des deux autres.

» Des notes, trouvées dans les papiers d'Abel et qui ont été imprimées après sa mort dans le *Journal de M. Crelle* [1], renferment une proposition analogue à celle de M. Galois, dont voici l'énoncé :

» Si trois racines d'une équation quelconque irréductible, dont le degré est un

---

[1] T. V, p. 345.

nombre premier, sont liées entre elles de sorte que l'une de ces racines puisse être exprimée rationnellement au moyen des deux autres, l'équation dont il s'agit sera toujours résoluble à l'aide de radicaux.

» Cet énoncé diffère de celui de M. Galois, en ce que le géomètre norvégien ne dit pas que la condition dont il s'agit soit *nécessaire,* mais seulement qu'elle *suffit* pour que l'équation soit résoluble; et il ne semble pas qu'il la regardât comme indispensable; car on trouve dans les notes citées une autre proposition relative à la résolution d'une classe nombreuse d'équations qui pourraient bien ne pas remplir cette condition. Il ne paraît pas non plus que ce soit à cette proposition qu'il ait fait allusion dans ce passage d'une lettre écrite à M. Legendre et publiée après la mort d'Abel dans le *Journal de M. Crelle* (1).

» J'ai été assez heureux, dit-il, de trouver une règle sûre à l'aide de laquelle on pourra reconnaître si une équation quelconque proposée est résoluble ou non à l'aide de radicaux. Un corollaire de ma théorie fait voir que généralement il est impossible de résoudre les équations supérieures au quatrième degré (2).

» Nous ignorons si Abel a laissé un manuscrit de cette théorie : elle n'a point encore été imprimée, non plus que la démonstration du théorème analogue à celui qui fait l'objet de ce rapport et qui appartiendrait entièrement à M. Galois, s'il parvenait à l'établir d'une manière satisfaisante. Toutefois on doit remarquer qu'il ne renferme pas, comme le titre du Mémoire le promettait, la condition de résolubilité des équations par radicaux; car, en admettant comme vraie la proposition de M. Galois, on n'en serait guère plus avancé pour savoir si une équation donnée dont le degré est un nombre premier est résoluble ou non par des radicaux, puisqu'il faudrait d'abord s'assurer si cette équation est irréductible, et ensuite si l'une de ces racines peut s'exprimer en fonction rationnelle de deux autres. La condition de résolubilité, si elle existe, devrait être un caractère extérieur que l'on pût vérifier à l'inspection des coefficients d'une équation donnée, ou tout au plus, en résolvant d'autres équations d'un degré moins élevé que celui de la proposée.

» Quoi qu'il en soit, nous avons fait tous nos efforts pour comprendre la démonstration de M. Galois. Ses raisonnements ne sont ni assez clairs, ni

---

(1) T. VI, p. 80.

(2) Cette lettre est datée de Christiania le 25 novembre 1828. Abel est mort près de cette ville le 6 avril suivant.

assez développés pour que nous ayons pu juger de leur exactitude, et nous ne serions pas même en état d'en donner une idée dans ce Rapport. L'auteur annonce que la proposition qui fait l'objet spécial de son Mémoire est une partie d'une théorie générale susceptible de beaucoup d'autres applications. Souvent il arrive que les différentes parties d'une théorie, en s'éclairant mutuellement, sont plus faciles à saisir dans leur ensemble qu'isolément. On peut donc attendre que l'auteur ait publié en entier son travail pour se former une opinion définitive. Mais dans l'état où est maintenant la partie qu'il a soumise à l'Académie, nous ne pouvons pas vous proposer d'y donner votre approbation. »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur la déformation des surfaces générales du second degré.* Note de M. **Gaston Darboux.**

« Dans mes dernières Communications, j'ai fait l'étude complète d'un beau théorème de M. Guichard et d'une transformation des surfaces à courbure constante qui en dérive de la manière la plus directe. Avant de passer à un autre sujet, je dois signaler trois Notes de M. L. Bianchi qui ont paru le 23 février, le 5 mars et le 23 avril dans les *Rendiconti* de l'Académie Royale des Lincei et qui se rapportent à la même théorie. Elles reposent sur des principes différents de ceux que j'ai employés, mais, comme l'indique leur savant auteur, elles ont également leur origine dans le théorème de M. Guichard.

» Je voudrais aujourd'hui étudier une classe spéciale de surfaces isothermiques (c'est-à-dire à lignes de courbure isothermes) qui interviennent dans la théorie de la déformation des surfaces les plus générales du second degré. Mon point de départ sera le théorème suivant :

» *Si l'on fait rouler une surface* (Q) *sur une surface applicable* (Θ), *tout point-sphère invariablement lié à* (Q) *coupe le plan de contact* P *de* (Θ) *et de* (Q) *suivant un cercle* (C) *qui engendre un système cyclique, c'est-à-dire qui demeure normal à une famille de surfaces; le point* m, *où toute droite isotrope* (d) *invariablement liée à* (Q) *rencontre le point de contact, décrit une surface dont la normale est l'intersection de ce plan de contact par le plan isotrope qui contient cette droite* (d). *Toutes les surfaces ainsi obtenues, celles qui sont normales aux cercles tels que* (C) *aussi bien que celles qui sont décrites par les points tels que* m, *ont leurs lignes de courbure qui correspondent aux courbes du système conjugué commun à* (Θ) *et à* (Q). *Leurs centres de courbure prin-*

cipaux sont tous sur les tangentes menées à ces courbes conjuguées au point de contact de (Θ) *et de* (Q).

» Appliquons ce théorème au cas où la surface (Q) est une quadrique générale, qui coupe le cercle de l'infini en quatre points distincts. Cette quadrique contiendra donc huit génératrices rectilignes isotropes deux à deux parallèles. Quatre d'entre elles, que je désignerai par d_1, d_2, d_3, d_4, appartiendront à l'un des deux systèmes de génératrices rectilignes et ne se couperont pas. Les quatre autres d'_1, d'_2, d'_3, d'_4 seront respectivement parallèles aux premières et appartiendront au second système de génératrices rectilignes.

» Les deux groupes de génératrices isotropes se couperont mutuellement en seize points dont quatre, les points d'intersection des génératrices d_i, d'_i, seront sur le cercle de l'infini; les douze autres points communs aux génératrices d_i, d'_k (i étant différent de k) seront les ombilics de la quadrique. Désignons par (Σ_i), (Σ'_i) les surfaces décrites par les points m_i, m'_i où les droites d_i, d'_i coupent le plan de contact P; il résulte du théorème précédent : 1° que les surfaces (Σ_i), (Σ'_i) se correspondront par plans tangents parallèles et auront même représentation sphérique de leurs lignes de courbure; 2° que les surfaces (Σ_i), (Σ'_k) seront normales aux cercles du système cyclique déterminé par le point-sphère ayant son centre en l'ombilic intersection des génératrices d_i, d'_k. Les lignes de courbure des huit surfaces (Σ_i), (Σ'_k) se correspondent, elles correspondent aux courbes du système conjugué commun à (Θ) et à (Q). Remarquons d'ailleurs que les huit points m_i, m'_i qui décrivent ces huit surfaces sont placés quatre par quatre sur les deux génératrices rectilignes suivant lesquelles la quadrique (Q) est coupée par le plan P. Quant aux centres de courbure principaux, ils sont, d'après le théorème général, situés sur deux tangentes conjuguées de (Q), c'est-à-dire sur deux droites qui divisent harmoniquement toutes les droites telles que $m_i m'_i$, $m_i m'_k$. Toutes ces droites, aussi bien que les intersections du plan de contact par un plan *quelconque* invariablement lié à (Q), engendrent des congruences dont les développables correspondent aux courbes du système conjugué commun et dont les points focaux sont précisément sur les deux tangentes conjuguées communes à (Θ) et à (Q).

» Considérons plus spécialement les deux surfaces (Σ_i), (Σ'_i) qui ont leurs plans tangents parallèles et même représentation sphérique de leurs lignes de courbure. Puisque les points focaux de la congruence décrite par la droite $m_i m'_i$ divisent harmoniquement le segment $m_i m'_i$, on peut con-

clure immédiatement des propositions générales relatives à la représentation sphérique que (Σ_i), (Σ'_i) sont l'une et l'autre *isothermiques* et qu'elles se correspondent point par point avec similitude des éléments infiniment petits. Ainsi :

» *Les huit surfaces* (Σ_i), (Σ'_k) *sont isothermiques et celles qui se correspondent par plans tangents parallèles,* (Σ_i), (Σ'_i), *se correspondent aussi avec similitude des éléments infiniment petits* (¹).

» Ce théorème peut être établi par d'autres considérations et même un peu complété. Nous allons montrer que deux quelconques des huit surfaces (Σ_i), (Σ'_k) se correspondent, non seulement avec conservation des lignes de courbure, mais aussi avec similitude des éléments infiniment petits.

» A cet effet désignons par (Θ) une surface quelconque décrite par un point M_1 de coordonnées x_1, y_1, z_1. L'élément linéaire de la surface sera défini par une formule telle que la suivante :

$$dx_1^2 + dy_1^2 + dz_1^2 = E\,du^2 + 2F\,du\,dv + G\,dv^2. \tag{1}$$

Un point quelconque P_1 du plan tangent aura ses coordonnées X_1, Y_1, Z_1 définies par des équations de la forme suivante :

$$\left\{\begin{aligned} X_1 &= x_1 + \lambda\frac{\partial x_1}{\partial u} + \mu\frac{\partial x_1}{\partial v},\\ Y_1 &= y_1 + \lambda\frac{\partial y_1}{\partial u} + \mu\frac{\partial y_1}{\partial v},\\ Z_1 &= z_1 + \lambda\frac{\partial z_1}{\partial u} + \mu\frac{\partial z_1}{\partial v}, \end{aligned}\right. \tag{2}$$

(¹) Dans une Note insérée en 1897 à la page 596 des *Comptes rendus* (t. CXXV), M. Guichard a donné une partie de ce théorème, puisqu'il indique que les surfaces (Σ_i), (Σ'_i) ont même représentation sphérique qu'une surface isothermique.

On peut d'ailleurs généraliser beaucoup la proposition donnée dans le texte.

Dans le cas général où une surface quelconque (Q) roule sur une surface applicable (Θ), sur toute surface (Σ) décrite par le point m où une droite (d) invariablement liée à (Q) rencontre le plan de contact, il correspond toujours un réseau conjugué au réseau conjugué commun à (Θ) et à (Q). Dans le cas spécial où (Q) est une quadrique et où (d) est une génératrice rectiligne de (Q), le réseau conjugué de (Σ) a ses invariants ponctuels égaux. De sorte que si l'on considère les deux surfaces (Σ), (Σ') dérivées de deux génératrices parallèles de (Q) et se correspondant, par suite, par plans tangents parallèles, elles font partie de l'un de ces groupes de douze surfaces que j'ai étudiées dans la quatrième Partie de mes *Leçons*.

où λ et μ désignent des paramètres convenablement choisis. Ces paramètres jouissent d'une remarquable propriété : si l'on suppose que la surface (Θ) se déforme en entraînant avec elle tous ses plans tangents et par suite le point P_1, les quantités λ et μ demeureront invariables. Par suite, si x, y, z désignent les coordonnées du point d'une surface (Q) résultant de la déformation de (Θ), les coordonnées de la nouvelle position P du point P_1 seront données par les formules

$$(3)\quad \left\{\begin{aligned} X &= x + \lambda\frac{\partial x}{\partial u} + \mu\frac{\partial x}{\partial v},\\ Y &= y + \lambda\frac{\partial y}{\partial u} + \mu\frac{\partial y}{\partial v},\\ Z &= z + \lambda\frac{\partial z}{\partial u} + \mu\frac{\partial z}{\partial v},\end{aligned}\right.$$

où λ et μ n'auront pas changé de valeur. Cette remarque est essentielle pour la suite.

» Si nous calculons l'élément linéaire dS_1 de la surface (P_1) décrite par le point $P_1(X_1, Y_1, Z_1)$, nous aurons

$$dS_1^2 = dX_1^2 + dY_1^2 + dZ_1^2,$$

et il faudra remplacer les différentielles dX_1, dY_1, dZ_1 par leurs valeurs déduites des équations (2).

» Pour effectuer ce calcul, faisons usage des formules de Gauss démontrées au n° 702 de mes *Leçons* et qu'on peut mettre sous la forme

$$(4)\quad \left\{\begin{aligned} \frac{\partial^2 x_1}{\partial u^2} &= \frac{D_1}{H}c_1 + M\frac{\partial x_1}{\partial u} + N\frac{\partial x_1}{\partial v},\\ \frac{\partial^2 x_1}{\partial u\,\partial v} &= \frac{D'_1}{H}c_1 + M'\frac{\partial x_1}{\partial u} + N'\frac{\partial x_1}{\partial v},\\ \frac{\partial^2 x_1}{\partial v^2} &= \frac{D''_1}{H}c_1 + M''\frac{\partial x_1}{\partial u} + N''\frac{\partial x_1}{\partial v}.\end{aligned}\right.$$

Dans ces formules, qui s'étendent naturellement à y_1 et à z_1, les quantités c_1, c'_1, c''_1 sont les cosinus directeurs de la normale; H désigne $\sqrt{EG - F^2}$; M, N, M', ... dépendent exclusivement de l'élément linéaire, c'est-à-dire sont des fonctions de E, F, G et de leurs dérivées; D_1, D'_1, D''_1 sont des déterminants auxiliaires sur la définition desquels je ne reviens pas, mais qui jouissent de cette propriété que la combinaison $D_1D''_1 - D'^2_1$ dépend, elle aussi, exclusivement de l'élément linéaire. En faisant usage de ces

formules on pourra mettre l'élément linéaire dS_1 sous la forme suivante :

$$dS_1^2 = \frac{D_1\lambda^2 + 2D'_1\lambda\mu + D''_1\mu^2}{H^2}(D_1\,du^2 + 2D'_1\,du\,dv + D''_1\,dv^2) + \Omega$$

où Ω est une partie qui ne dépend que de l'élément linéaire de la surface (Θ) et subsiste lorsque (Θ) se déforme arbitrairement. Si donc la surface (Θ) se déforme et vient coïncider avec la surface (Q) et si le point P_1 vient occuper la nouvelle position P, l'élément linéaire de la surface (P) décrite par le point P sera de même

$$dS^2 = \frac{D\lambda^2 + 2D'\lambda\mu + D''\mu^2}{H^2}(D\,du^2 + 2D'\,du\,dv + D''\,dv^2) + \Omega,$$

D, D', D'' étant les valeurs que prennent les déterminants de Gauss pour la surface (Q). En éliminant Ω entre les deux équations précédentes on sera donc conduit à la relation

$$(5)\quad \begin{cases} dS_1^2 = dS^2 + \dfrac{D_1\lambda^2 + 2D'_1\lambda\mu + D''_1\mu^2}{H^2}(D_1\,du^2 + 2D'_1\,du\,dv + D''_1\,dv^2) \\ \qquad - \dfrac{D\lambda^2 + 2D'\lambda\mu + D''\mu^2}{H^2}(D\,du^2 + 2D'\,du\,dv + D''\,dv^2). \end{cases}$$

Telle est la formule fondamentale que nous voulions établir. On en déduit de nombreuses conséquences. Voici celles qui se rapportent à notre sujet :

» Supposons d'abord que l'on considère une développable isotrope (D liée à (Q). Elle sera l'enveloppe du plan

$$(6)\qquad (1-\alpha^2)X + i(1+\alpha^2)Y + 2\alpha Z - 2f(\alpha) = 0,$$

où α désigne un paramètre variable que l'on éliminera entre cette équation et sa dérivée

$$(7)\qquad -\alpha X + i\alpha Y + Z - f'(\alpha) = 0.$$

» L'élément linéaire de (D) se calcule sans difficulté, il est donné par la formule

$$(8)\qquad dS^2 = \left[\frac{f'(\alpha) - \alpha f''(\alpha) - Z}{\alpha}\right]^2 d\alpha^2.$$

» Prenons l'intersection de la développable (D) par les plans tangents de (Q). Dans chacun de ces plans tangents, il y aura ainsi une courbe (C) et les valeurs de λ et de μ relatives à chaque point de (C) se calculent de la manière la plus élémentaire. Il suffit de remplacer, dans les équations (6)

et (7), X, Y, Z par leurs expressions déduites des formules (3); on aura ainsi les deux équations qui feront connaître λ et μ.

» Supposons maintenant que (Q) se déforme en (Θ) et qu'elle entraîne dans ses plans tangents toutes les courbes (C). Dans leurs nouvelles positions, celles-ci engendreront une congruence de courbes. La formule (5) fera connaître l'élément linéaire de l'espace exprimé à l'aide des trois variables α, u, v.

» Admettons que l'on ait choisi les variables u et v de telle manière que les déterminants D', D'_1 soient tous deux nuls; ce qui suppose que l'on ait pris pour u et v les paramètres des deux familles de courbes qui sont conjuguées à la fois sur les surfaces (Q) et (Θ). Le terme en $du\,dv$ disparaîtra de l'équation (5) et l'on aura pour dS_1 une expression de la forme

$$dS_1^2 = H\,d\alpha^2 + K\,du^2 + L\,dv^2.$$

» Cette formule met en évidence l'existence d'un système triple orthogonal formé des trajectoires orthogonales des courbes (C) et de deux autres familles engendrées par les positions des courbes (C) qui correspondent à une valeur donnée de u ou de v. Ce système triple est le plus général parmi ceux pour lesquels deux des trois familles de surfaces se coupent mutuellement suivant des courbes planes. (*Leçons*, n°s 762, 971, 1060.)

» Supposons maintenant que (Q) soit une surface gauche et que le point P soit assujetti à décrire une des lignes de longueur nulle de cette surface. On aura ici, en supposant que les génératrices rectilignes de la surface soient les lignes de paramètre v,

$$D = 0, \qquad \mu = 0, \qquad dS = 0.$$

» La formule (5) se réduira donc à la suivante :

$$dS_1^2 = \frac{D_1\lambda^2}{H^2}(D\,du^2 + 2D'\,du\,dv + D''\,dv^2).$$

On est ainsi conduit au théorème suivant :

» *Si une surface réglée* (Q) *roule sur une surface applicable* (Θ), *les points où les différentes lignes de longueur nulle de* (Q) *rencontrent le plan de contact de* (Θ) *et de* (Q), *points qui sont tous situés sur la génératrice rectiligne de* (Q) *contenue dans le plan de contact, décrivent des surfaces qui se correspondent avec similitude des éléments infiniment petits, leurs lignes de longueur nulle correspondent aux lignes asymptotiques de* (Θ).

» Si nous revenons en particulier au cas où la surface (Q) est une qua-

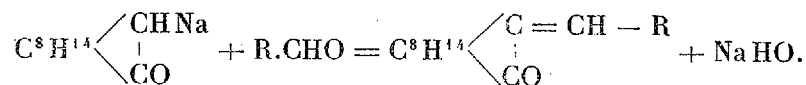
drique, nous voyons que parmi les lignes de longueur nulle de (Q) se trouvent, en particulier, les huit génératrices isotropes déjà considérées d_i, d'_i .Donc

» *Les huit surfaces* $(\Sigma_i)(\Sigma'_k)$ *se correspondent avec similitude des éléments infiniment petits; et leurs lignes de longueur nulle correspondent aux lignes asymptotiques de la surface* (Θ).

» La formule (5) a beaucoup d'autres applications, je les réserverai pour une autre occasion. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur de nouvelles combinaisons du camphre avec les aldéhydes*. Note de M. A. HALLER.

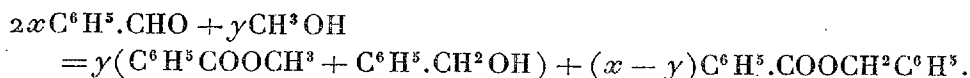
« Dans une Communication précédente [1], j'ai fait voir qu'en traitant du camphre sodé par les aldéhydes benzoïque, cuminique, méthyl- et éthylsalicylique, on obtient, principalement, des combinaisons cristallines qui se forment suivant l'équation :



» Comme le camphre sodé est accompagné de bornéol sodé, il se produit, en outre, dans ces préparations, des éthers composés du camphol avec l'acide correspondant à l'aldéhyde employée.

» Parmi les produits de la réaction du pipéronal sur le camphre sodé, nous avons de plus réussi à isoler du pipéronylate de pipéronyle et de l'alcool pipéronylique.

» Ces deux combinaisons, comme le pipéronylate de bornéol, que nous n'avons pas cherché à extraire, prennent sans aucun doute naissance d'après le processus signalé par M. Claisen [2], à propos de son étude sur l'action de l'aldéhyde benzoïque sur le méthylate de sodium :

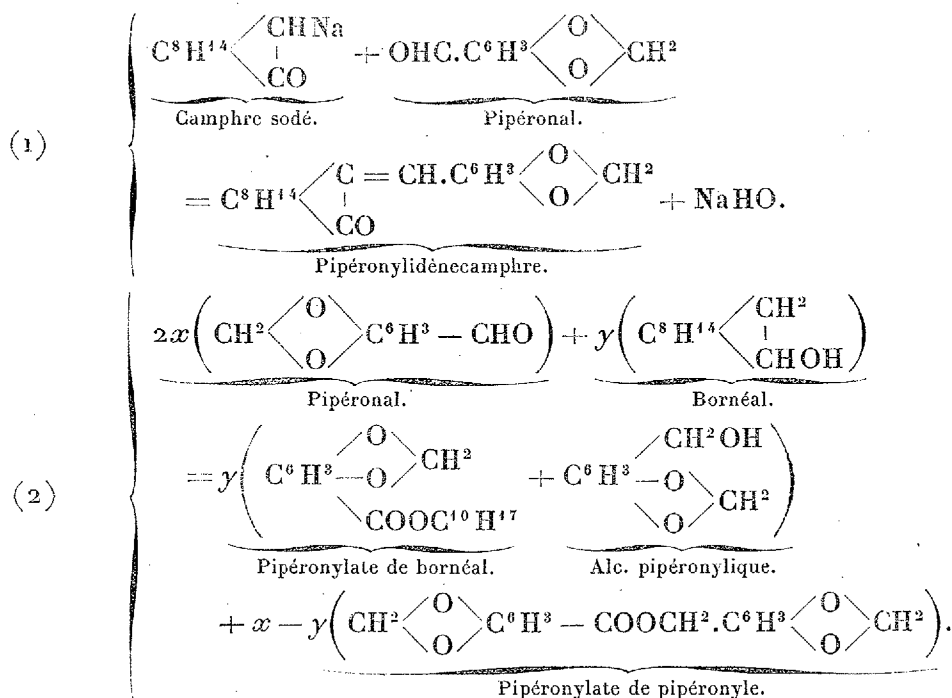


$$2x\,C^6H^5.CHO + y\,CH^3OH$$
$$= y(C^6H^5COOCH^3 + C^6H^5.CH^2OH) + (x-y)C^6H^5.COOCH^2C^6H^5.$$

[1] *Comptes rendus*, t. CXIII, p. 22.

[2] *Ber. deut. chem. Ges.*, t. XX, p. 646. Cette réaction de M. Claisen est, en ce moment, l'objet d'une nouvelle étude, dans notre laboratoire, où nous nous proposons de la généraliser.

» La réaction du pipéronal, ou héliotropine, sur le mélange de camphre sodé et de bornéol sodé pourra donc se traduire par les équations suivantes :



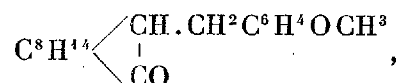
» Comme leurs analogues déjà étudiés, tous ces composés du camphre fournissent, par réduction, des alcoylcamphres $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH - CH^2R\\ |\\ CO\end{array}\right.$, dont les propriétés et les constantes physiques diffèrent notablement de celles des combinaisons aldéhydiques.

» Nos nouvelles expériences ont porté sur l'action du pipéronal et des aldéhydes méta- et paraméthoxybenzoïque sur le camphre sodé.

» *Métaméthoxybenzylidènecamphre :* $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}C = CHC^6H^4\underset{(1)}{}OCH^3\underset{(3)}{}\\ |\\ CO\end{array}\right.$. — Sur 50gr de camphre dissous dans de l'éther absolu, on fait agir environ 7gr de sodium en fil et l'on chauffe jusqu'au moment où l'on n'observe plus d'attaque du métal. On ajoute ensuite au mélange 100gr d'aldéhyde métaméthoxybenzoïque ([1]). La liqueur s'échauffe, on la traite par de l'eau, on dé-

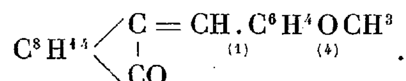
([1]) Cette aldéhyde a été obtenue en méthylant, par la méthode de M. Tiemann, l'al-

cante, on évapore pour chasser l'éther et l'excès de camphre, et le résidu est rectifié dans le vide. Entre 130° et 140° et sous 10^{mm} de pression, il passe une huile qui n'a pas été examinée. On change de récipient et l'on recueille ce qui distille vers 208°, sous la même pression. On obtient un liquide épais, huileux, qui ne tarde pas à se prendre en masse. Exprimé entre des doubles de papier, et mis à cristalliser dans un mélange d'éther et d'éther de pétrole, ce produit se présente soit sous la forme de longues aiguilles, soit sous l'aspect de houppes blanches, beaucoup plus solubles dans l'alcool, l'éther, la benzine, l'éther de pétrole que ne le sont les ortho et paraméthoxybenzylidènecamphres, ses isomères. Ce corps fond à 51°-52°. Réduit, en solution alcoolique, au moyen de l'amalgame de sodium, il se convertit en *métaméthoxybenzylcamphre :*



liquide huileux qui bout à 205°-206°, sous une pression de 10^{mm}.

» *Paraméthoxybenzylidènecamphre-anisalcamphre :*



Ce composé a été préparé comme son isomère le méta. Pour l'isoler il n'est toutefois pas nécessaire de distiller le produit brut de la réaction, il suffit de l'abandonner à lui-même et de séparer les cristaux qui se forment. Purifié par une série de cristallisations dans l'alcool, l'anisalcamphre constitue de beaux cristaux orthorhombiques de 114°,45 (déterminés par M. J. Murguin) et fondant à 125°. L'amalgame de sodium le réduit, au sein de l'alcool acidulé par de l'acide sulfurique étendu, en *paraméthoxybenzylcamphre* ou *anisylcamphre :* $C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix} CH.CH^2.C^6H^4OCH^3 \\ | \quad\quad (1) \quad (4) \\ CO \end{matrix}\right.$ cristallisant en prismes orthorhombiques de 105°,45 (J. Murguin) et fondant à 71°.

» Les combinaisons que nous venons d'étudier sont isomères avec les orthométhoxybenzylidène et benzylcamphres droits, dont j'ai donné la description dans le Mémoire déjà cité. Si l'on compare entre eux les points de fusion de ces composés, on remarque que, pour chacun des groupes

---

déhyde métaoxybenzoïque qui nous a été gracieusement offerte par la Manufacture lyonnaise des matières colorantes.

d'isomères, les points de fusion des dérivés ortho sont intermédiaires entre ceux des composés méta, qui sont les plus bas, et des dérivés para, qui sont les plus élevés.

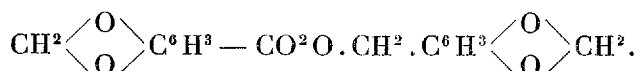
Méthoxybenzylidènecamphres.	Points de fusion.	Méthoxylbenzylcamphres.	Points de fusion.
Méta	51°-52°	Méta	huileux
Ortho (méthylsalicylalcamphre)	92-94	Ortho (méthylsaligénylcamphre)	49°
Para (anisalcamphre)	125-00	Para (anisylcamphre)	71°

» *Pipéronylidènecamphre :* $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}C = CH.C^6H^3\left\langle\begin{array}{c}O\\O\end{array}\right\rangle CH^2\\ |\\ CO\end{array}\right.$. — L'opération a été conduite comme avec les autres dérivés du camphre. La solution éthérée, après lavage à l'eau, fournit, par évaporation lente, un mélange d'aiguilles incolores, qu'on sépare par une série de cristallisations fractionnées dans l'alcool.

» Le corps le plus abondant est constitué par du pipéronylidènecamphre qui cristallise en aiguilles fondant à 159°,5. Ce corps est moins soluble dans l'alcool et l'éther que ses analogues.

» Réduit, au sein de l'alcool acidulé, au moyen de l'amalgame de sodium, il fournit le *pipéronylcamphre :* $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH\,CH^2.C^6H^3\left\langle\begin{array}{c}O\\O\end{array}\right\rangle CH^2\\ |\\ CO\end{array}\right.$, qui cristallise en petites lamelles blanches, fondant à 70°.

» *Pipéronylate de pipéronyle :*



$$CH^2\left\langle\begin{array}{c}O\\O\end{array}\right\rangle C^6H^3 - CO^2O.CH^2.C^6H^3\left\langle\begin{array}{c}O\\O\end{array}\right\rangle CH^2.$$

Cet éther se dépose en même temps que le pipéronalcamphre. On le sépare de ce dernier en se basant sur son peu de solubilité dans l'alcool.

» Il cristallise dans l'éther et dans l'alcool, en aiguilles ramifiées fondant à 97°.

» Ce corps, que nous avons d'abord considéré comme un isomère du pipéronal, a en réalité un poids moléculaire double, comme le montrent nos déterminations cryoscopiques dans la benzine. Nous avons, en effet, trouvé les nombres 271, 283, 296, voisins de 300 qui correspond à $C^{16}H^{12}O^6$. Saponifié avec une solution alcoolique de potasse, il se scinde en acide et en alcool pipéronyliques.

» Ce dernier alcool a, enfin, été isolé du produit visqueux duquel on

avait séparé le pipéronalcamphre et le pipéronylate de pipéronyle. L'*alcool pipéronylique* cristallise en aiguilles aplaties, blanches, fondant à 51°-52° (Fitlig).

» Avant de terminer cette Note, nous faisons remarquer la facilité avec laquelle les dérivés aldéhydiques du camphre sont réduits en composés alcoylés. La réduction au lieu de se porter sur le groupement CO, comme c'est le cas avec le camphre, se porte d'abord sur le groupement non saturé $C = C$, puis seulement sur le carbonyle, comme nous le verrons plus tard. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Un Ouvrage intitulé : « Histoire de la Faculté des Sciences de Bordeaux (1838-1894) », par M. *G. Rayet*. (Présenté par M. Wolf.)

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces isothermiques et la déformation du paraboloïde.* Note de M. **A. Thybaut**, présentée par M. Darboux.

« Sur la normale en chaque point M d'une surface (M) prenons le conjugué harmonique C de M par rapport aux deux centres de courbure, et du point C comme centre traçons la sphère (S) dont le rayon R est l'inverse de la courbure moyenne de la surface (M) au point M. Les sphères (S) sont tangentes à la surface (M), elles conservent leur définition lorsqu'on transforme la figure par inversion.

» *Lorsque les sphères* (S) *coupent une sphère fixe sous un angle constant, la surface à laquelle elles sont tangentes est isothermique.*

» L'enveloppe des sphères est formée de deux nappes sur lesquelles les lignes de courbure se correspondent ; en général, une seule de ces nappes est une surface isothermique.

» Prenons pour origine le centre O de la sphère fixe, désignons par p la distance du point O au plan tangent à la surface en un point quelconque M, par q le demi-carré de OM, par a et b deux constantes quelconques; l'équation des surfaces (M) est

$$(1) \qquad R(p + a) = q + b.$$

En appliquant à ces surfaces la méthode de M. Weingarten on trouve les surfaces applicables sur un paraboloïde quelconque.

» La propriété énoncée appartient aux deux surfaces (M) et (M′) que j'ai associées à la déformation du paraboloïde (*Annales de l'École Normale*, 1897). Si l'on fait correspondre ces deux surfaces point par point, de façon que les normales en deux points correspondants soient dans un même plan passant par O, on peut obtenir facilement l'une des surfaces lorsqu'on connaît l'autre en appliquant les théorèmes suivants :

» *Le centre de la sphère* (S), *tangente à l'une des surfaces en un point* M, *se trouve sur la droite qui joint le point* O *au point correspondant* M′ *de l'autre surface*.

» *Le carré de la distance de deux points correspondants* M *et* M′ *est proportionnel au produit des puissances de ces deux points par rapport à une sphère fixe de centre* O.

» On peut encore ajouter une remarque :

» *Les développables de la congruence formée par les droites qui joignent les points correspondants* M *et* M′ *coupent les deux surfaces* (M) *et* (M′) *suivant leurs lignes de courbure, et les deux points* M *et* M′ *sont conjugués harmoniques par rapport aux points focaux de* MM′.

» Revenons à la relation (1) et supposons que a soit nul, le paraboloïde correspondant est équilatère; les sphères (S) sont alors orthogonales à une sphère fixe et les deux nappes de leur enveloppe sont isothermiques. En faisant une inversion par rapport à un point quelconque de la sphère fixe on obtient le théorème suivant, dont la première partie résulte immédiatement d'une proposition de M. Kœnigs [1] :

» *Si le lieu du conjugué harmonique de chaque point d'une surface par rapport aux deux centres de courbure correspondants est un plan* P, *la surface est isothermique. La recherche des surfaces ainsi définies est un problème équivalent à la déformation du paraboloïde équilatère*.

» Les surfaces minima peuvent être considérées comme un cas limite de ces surfaces lorsque le plan P s'éloigne indéfiniment.

» Si b est nul, l'équation (1) représente les inverses des surfaces à courbure moyenne constante.

» En remplaçant enfin, dans la relation (1), b par $-\frac{a^2}{2}$, on obtient les surfaces isothermiques (I) que j'ai entièrement déterminées (*loc. cit.*); elles correspondent à la déformation du paraboloïde qui a un plan directeur isotrope.

---

[1] Kœnigs, *Sur les systèmes conjugués à invariants égaux* (*Comptes rendus*; 1891).

» *Les sphères* (S *tangentes à une surface isothermique* (I) *sont tangentes à une sphère fixe; elles décrivent sur cette sphère un tracé géographique de la surface* (I).

» M. Darboux ([1]) a déjà considéré cette correspondance par sphères tangentes entre une surface quelconque et une sphère fixe; la conservation des angles dans cette correspondance caractérise les surfaces (I).

» *La surface* (C), *lieu des centres des sphères variables, est la polaire réciproque d'une surface à représentation sphérique isotherme.*

» *Aux lignes de courbure de* (I) *correspond sur* (C) *un réseau conjugué à invariants ponctuels égaux et, sur la sphère fixe, un réseau orthogonal et isotherme. Aux asymptotiques de chacune des surfaces* (I) *et* (C) *correspond sur l'autre un réseau conjugué à invariants tangentiels égaux.*

» Si l'on fait croître indéfiniment le rayon a de la sphère fixe, la propriété caractéristique des surfaces (I) devient à la limite la conservation des angles dans la représentation sphérique. Cette dernière propriété définit les surfaces minima qui peuvent être considérées, à ce point de vue, comme un cas limite des surfaces (I). »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur la déformation de certaines surfaces liées aux surfaces du second degré.* Note de M. **Tzitzeica**, présentée par M. Darboux.

« C'est à Ribaucour qu'on doit le théorème suivant :

» *Si les développables d'une congruence découpent à leur entrée un réseau conjugué sur une surface du second degré, elles découpent aussi à la sortie un second réseau conjugué.*

» Il en résulte que, si l'on considère un point M d'une quadrique, la droite polaire Δ de la normale en M forme une congruence Γ dont les développables correspondent à celles de la congruence des normales, et les foyers de Δ se trouvent sur les tangentes en M aux lignes de courbure de la quadrique. On conclut de là que la congruence Γ est cyclique, et il n'est pas difficile de se convaincre qu'elle est aussi de celles qu'on appelle *congruences de Ribaucour*. Par conséquent, les surfaces qui admettent des réseaux conjugués ayant la même représentation sphérique que les développables de Γ, sont susceptibles de ∞^1 déformations conservant ces réseaux.

» Parmi ces surfaces, il y en a une qui se présente naturellement : c'est

([1]) Darboux, *Sur la théorie des coordonnées curvilignes*, etc.; 1878.

l'enveloppe du plan mené par la normale en M perpendiculairement à Δ; nous désignerons cette surface par S. Il s'agit de trouver effectivement les ∞^1 surfaces applicables sur S avec conservation du réseau précité.

» Pour cela soient

$$(Q) \qquad \frac{x^2}{a}+\frac{y^2}{b}+\frac{z^2}{c}=1$$

la quadrique donnée, et

$$(R) \qquad \frac{x^2}{\alpha}+\frac{y^2}{\beta}+\frac{z^2}{\gamma}=1$$

une quadrique quelconque pour laquelle on a

$$\frac{1}{\alpha}+\frac{1}{\beta}+\frac{1}{\gamma}=\frac{1}{a}+\frac{1}{b}+\frac{1}{c},$$
$$\frac{1}{\alpha^2}+\frac{1}{\beta^2}+\frac{1}{\gamma^2}=\frac{1}{a^2}+\frac{1}{b^2}+\frac{1}{c^2},$$

enfin Σ la surface déduite de R de la même manière que S de la quadrique Q : *la surface Σ est applicable sur* S. On voit bien qu'il y a une simple infinité de surfaces Σ, car les quadriques R dépendent d'un paramètre arbitraire

» La proposition précédente est un cas particulier de la suivante : *Les ∞^1 surfaces tétraédrales*

$$x=\mathrm{A}(a+u)^{\frac{3}{2}}(a+v)^{\frac{3}{2}},\quad y=\mathrm{B}(b+u)^{\frac{3}{2}}(b+v)^{\frac{3}{2}},\quad z=\mathrm{C}(c+u)^{\frac{3}{2}}(c+v)^{\frac{3}{2}},$$

pour lesquelles on a

$$\mathrm{A}^2a^i+\mathrm{B}^2b^i+\mathrm{C}^2c^i=m_i \qquad (i=0,1,2,3,4),$$

les m étant des constantes données, sont applicables les unes sur les autres. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le développement d'une branche uniforme de fonction analytique.* Note de M. **Paul Painlevé**, présentée par M. Appell.

« Le très beau théorème que vient de publier M. Mittag-Leffler peut être rattaché à un mode de développement des fonctions analytiques réelles que j'ai indiqué brièvement à la fin de mes Leçons de Stockholm (p. 580)

et que j'ai étudié en détail dans un cours professé au Collège de France (1896-1897) [1].

» Soient z une variable complexe, $F(z)$ une branche de fonction analytique de z, holomorphe pour $z = 0$; soit x une valeur réelle positive de z, et soit a le premier point de l'axe réel positif au delà duquel $F(z)$ ne soit pas prolongeable régulièrement le long de Ox; a peut être à l'infini. Une des propositions que j'ai établies s'énonce ainsi :

» *La fonction* $F(x)$ *est développable entre* 0 *et* a *en une série de polynomes :*

$$(1)\qquad F(x) = \sum P_n(x) = \sum_{n=0}^{n=\infty} [F(0)\Pi_n^{(0)} + F'(0)\Pi_n^{(1)} + \ldots + F_{(0)}^{(n)}\Pi_n^{(n)}],$$

où les $\Pi_n^{(j)}$ sont de polynomes en x de degré j, à coefficients numériques (les mêmes quelle que soit la fonction F et quel que soit a). La série (1) converge uniformément dans tout intervalle $0 \leqq x \leqq b < a$.

» La détermination des polynomes $\Pi_n^{(j)}(x)$ est d'ailleurs possible d'une infinité de façons. Il est loisible de les choisir tels que leurs coefficients soient tous des nombres rationnels.

» La proposition est une conséquence presque intuitive des théorèmes que j'ai démontrés dans ma thèse sur le développement des fonctions holomorphes dans une aire convexe. Il suffit de considérer une suite d'aires convexes entourant l'origine et qui, en s'aplatissant et s'allongeant sur l'axe réel positif, tendent à se réduire à cette demi-droite.

» La série (1) converge pour x réel et compris entre 0 et a, *mais elle diverge pour les autres valeurs de la variable*, et notamment pour toutes les valeurs imaginaires. Au contraire, les développements de M. Mittag-Leffler convergent dans tout le plan sauf sur des demi-droites exceptionnelles.

» Il semble donc qu'il y ait un abîme entre les deux modes de développement. Il n'en est rien. *Pour passer du développement* (1) *que je viens d'indiquer à un développement de M. Mittag-Leffler, il suffit, dans les termes de la série* (1), *de remplacer les* $F^{(j)}(0)$ *par* $z^j F^{(j)}(0)$ *et de faire* $x = 1$.

» Posons, en effet, $F(zx) = \Phi(x)$ en regardant z comme un paramètre, x comme une variable, et appliquons à la fonction $\Phi(x)$ le développement (1). Si A désigne l'*étoile* attachée aux éléments $F(0)$, $F'(0)$, ..., et $F(z)$ *la branche fonctionnelle* holomorphe dans A, la fonction $\Phi(x)$ est holomorphe pour $0 \leqq x \leqq 1$ du moment que z est intérieur à A, et elle est

---

[1] Voir aussi les *Comptes rendus* du 18 janvier 1898.

égale à $F(z)$ pour $x = 1$. Soit donc $\varpi_n^{(j)}$ la valeur de $\Pi_n^{(j)}(x)$ pour $x = 1$. *La série*

$$(2) \qquad \Sigma Q_n(z) \equiv \Sigma [F(0)\varpi_n^{(0)} + z F'(0)\varpi_n^{(1)} + \ldots + z^n F^{(n)}(0)\varpi_n^{(n)}]$$

converge et représente $F(z)$ *dans toute l'étoile* A. Elle converge uniformément dans toute aire B entièrement intérieure à A.

» Mais la démonstration même met en évidence une généralisation du théorème de M. Mittag-Leffler. Soit L_1 *un arc de courbe analytique donné* qui va du point $z = 0$ au point $z = 1$, et qui est régulier en chaque point. Effectuons sur L_1 une transformation homothétique de centre O et faisons tourner l'arc de courbe ainsi obtenu d'un angle quelconque autour de l'origine. Parmi toutes les courbes L ainsi obtenues, il en est une (et une seule) qui a comme extrémité le point donné z_0; je désigne par L_{z_0} cet arc de courbe. Prolongeons $F(z)$ à partir de l'origine sur le chemin L_{z_0} : si le prolongement est possible régulièrement jusqu'en z_0 inclusivement, j'appelle $F_L(z_0)$ la valeur de F ainsi définie en z_0; sinon, j'exclus le point z_0 du plan des z; le domaine restant A_L sera dit *l'étoile curviligne d'espèce* L *attachée aux éléments* $F(0)$, $F'(0)$, ... Les points exceptionnels z_0 sont distribués sur des courbes qui se déduisent de L_1 (ou d'une portion de L_1) par la transformation $z' = \frac{a}{z}$, a désignant un quelconque des points singuliers qu'on rencontre en prolongeant $F(z)$ le long d'un arc L.

» Ceci posé, un point z de L_1 peut toujours être défini par une fonction $g(x) + i h(x) \equiv \psi(x)$, où x est un paramètre réel qui varie de 0 à 1 quand z va du point $z = 0$ au point $z = 1$ sur L_1; ψ est une fonction holomorphe de x pour $0 \leq x \leq 1$. Appliquons à la fonction $\Phi(x) \equiv F[z\psi(x)]$ le développement (1); en faisant $x = 1$ et en posant

$$p^0 = F(0),$$
$$p^{(1)} = zF'(0)\psi'(0),$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$
$$p^{(j)}(z) = \left\{\frac{d^j}{dx^j} F[z\psi(x)]\right\}_{x=0} \equiv \sum_{q=0}^{q=j} z^q F^{(q)}(0)\alpha_{q,j},$$

on voit que *la série*

$$\sum Q_n^{(L)}(z) \equiv \sum [p^{(0)}\varpi_n^{(0)} + p^{(1)}(z)\varpi_n^{(1)} + \ldots + p^{(n)}(z)\varpi_n^{(n)}]$$

converge et représente $F_L(z)$ *dans toute l'étoile curviligne* A_L.

» *Une généralisation bien plus étendue* s'obtient en considérant la fonc-

tion $\Phi(x) \equiv F[w(z, x)]$, où w est une fonction analytique de z et de x, qui s'annule avec x et coïncide avec z pour $x = 1$. Enfin, les énoncés et démonstrations qui précèdent s'étendent aussitôt *aux fonctions de plusieurs variables*, soit $F(z, u, v)$, en développant $\Phi(x) \equiv F(zx, ux, vx)$, etc.

» Le principe qui nous a servi dans cette démonstration peut recevoir la forme suivante : *Soit* $\Sigma u_n(x)$ *un développement, où* u_n *est un polynome en* $F(0), F'(0), \ldots, F^{(n)}(0)$, *dont les coefficients sont des fonctions données de* x. *Admettons que [quelle que soit la fonction* $F(x)$ *holomorphe à l'origine] la série converge pour* $0 \leqq x \leqq b$, *si* $F(x)$ *est holomorphe pour ces valeurs (réelles et positives) de* x. *Pour déduire de cette série un développement représentant* $F(z)$ *dans toute l'étoile* A, *il suffit de remplacer* x *par* 1 *et* $F^{(j)}(0)$ *par* $z^j F^{(j)}(0)$. *Pour que le domaine de convergence soit* A_L, *il suffit de remplacer* x *par* 1 *et* $F^{(j)}(0)$ *par* $p^{(j)}(z)$.

» En particulier, considérons une courbe analytique régulière fermée C entourant le segment réel $\underbrace{0\ 1}$ et passant par 1, et soit $x = \chi(\zeta)$ la fonction qui représente l'aire (du plan des x) intérieure à cette courbe sur un cercle Γ, de façon qu'à $x = 0$ corresponde le centre $\zeta = 0$ de Γ et à $x = 1$ le point $\zeta = 1$. Développons la fonction $G(\zeta) \equiv F[z\chi(\zeta)]$ en série de Mac-Laurin.

» *Les termes de cette série sont linéaires et homogènes en* $z^j F^{(j)}(0)$, *et pour* $\zeta = 1$ *la série converge et représente* $F(z)$ *si le point* z *fait partie de l'aire* B *intérieure à toutes les courbes* C'; une courbe C' est une courbe transformée de C par la transformation $z = \frac{a}{x}$, a étant un sommet quelconque de l'étoile A. *La série diverge en dehors de* B.

» Soit maintenant $C_1, \ldots, C_q, \ldots$, une suite de courbes C qui tendent à se réduire au segment $\underbrace{0\ 1}$; *les domaines* $B_1, \ldots, B_q, \ldots$ *tendent vers* A. A chacun de ces domaines B_q correspond un développement convergent dans B_q, divergent au dehors ; et de ces développements on déduit aussitôt un développement analogue *convergent dans toute l'aire* A.

» Ce sont là les résultats complets de M. Mittag-Leffler. Ils s'étendent aussitôt *aux étoiles curvilignes* A_L. On voit qu'ils se trouvent rattachés ainsi à cette remarque bien intuitive : *Si l'on développe la fonction* $G(\zeta) \equiv F[z\chi(\zeta)]$ *[où* $\chi(0) = 0$*] en série de Mac-Laurin, les termes du développement sont linéaires et homogènes en* $z^j F^{(j)}(0)$, *et pour une valeur numérique de* ζ, *la série converge dans un domaine du plan des* z *qu'on sait définir exactement.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le calcul des séries de Taylor à rayon de convergence nul.* Note de M. ÉMILE BOREL, présentée par M. Picard.

« Dans le dernier numéro des *Comptes rendus*, M. Mittag-Leffler a fait connaître d'importants résultats, relatifs au calcul des séries de Taylor en dehors de leur cercle de convergence. J'ai indiqué ailleurs ([1]) comment les théorèmes I et II de M. Mittag-Leffler peuvent, par une méthode dont j'avais donné le principe dans mon Mémoire couronné ([2]), se déduire des résultats de MM. Runge, Hilbert et Painlevé, sur la représentation des fonctions uniformes. Je ne reviendrai pas sur ce point, ni sur l'application de la méthode à l'extension de la notion de fonction analytique, me réservant d'y consacrer un Mémoire plus étendu ([3]); je voudrais simplement indiquer ici quel parti on peut tirer des séries de M. Mittag-Leffler et des séries analogues, pour l'étude des développements de Taylor *à rayon de convergence nul.*

» Relativement à un tel développement, que j'écris sous la forme

$$(1) \qquad a_0 + a_1 z + \frac{a_2 z^2}{1.2} + \ldots + \frac{a_n z^n}{1.2\ldots n} + \ldots,$$

on peut se poser le problème suivant : *Existe-t-il une fonction analytique $f(z)$, admettant le point $z = 0$ comme point singulier et telle que, lorsque z tend vers zéro, au moins sur certains chemins, $f^{(n)}(z)$ tende vers a_n* ([4]). Supposons d'abord, pour fixer les idées, que le développement (1) puisse se déduire formellement de la série

$$(2) \qquad \sum \frac{A_n}{z + \alpha_n},$$

les nombres *positifs* α_n tendant vers zéro et les numérateurs A_n étant *assez petits* ([5]). On a ainsi

$$(3) \qquad a_p = (-1)^p p! \, \Sigma A_n \alpha_n^{-p-1}.$$

([1]) Addition au *Mémoire sur les séries divergentes* (*Annales de l'École Normale*, 1899).

([2]) *Mémoire sur les séries divergentes* (*Annales de l'École Normale*, 1899).

([3]) Ce Mémoire paraîtra dans les *Acta mathematica.*

([4]) Il n'y a pas lieu de répéter ici les remarques générales que j'ai faites sur ce problème dans mon Mémoire couronné.

([5]) Pour la signification précise de ce terme, voir l'*Addition* citée plus haut, p. 134; une légère modification serait nécessaire parce que les α_n tendent ici vers zéro.

» On voit aisément que si les A_n sont *assez petits*, et si l'on applique à la série (1) la transformation de M. Mittag-Leffler, ou une transformation analogue, *la série de polynomes obtenue converge dans tout le plan sauf pour les valeurs réelles négatives de* z *et représente la même fonction analytique que la série* (2).

» Il est dès lors naturel, étant donnée *a priori* une série toujours divergente (1), de rechercher quel résultat on obtient en la transformant en série de polynomes. Il y aura d'ailleurs lieu de varier le mode de transformation, de manière à pouvoir *sommer* des séries divergentes de plus en plus nombreuses; mais il importe de remarquer que, *quel que soit le mode choisi*, certaines séries (1) y échapperont, parce qu'elles seront *trop divergentes*. Il n'est même pas possible d'indiquer une infinité dénombrable de modes de sommation, tels que chaque série puisse être sommée par l'un d'eux. Ce point résulte immédiatement des recherches de du Bois-Reymond sur les fonctions croissantes, mais ce n'est pas là la source d'une difficulté sérieuse. On est seulement conduit à *limiter* le mode de divergence des séries que l'on considère; cette restriction purement théorique ne gênera pas dans la pratique.

» Une difficulté plus importante est la suivante : étant donné un mode de sommation, faisant correspondre à une série telle que (1) une série de polynomes (ou une expression analytique d'une autre nature) absolument convergente dans un certain domaine ([1]), et par suite une certaine fonction analytique, *peut-on affirmer qu'au produit de deux séries correspond le produit des deux fonctions analytiques correspondantes* ([2])? Il semble à peu près impossible de répondre à cette question d'une manière tout à fait générale, c'est-à-dire sans préciser le mode de sommation que l'on emploie. J'ai pu la résoudre par l'affirmative pour les méthodes que j'ai étudiées dans mon Mémoire couronné (méthode de sommation exponentielle et méthode de Stieltjes généralisée); il paraît bien vraisemblable qu'il en est de même, dans des cas étendus, pour la méthode de M. Mittag-Leffler et aussi pour les autres méthodes que nous avons mentionnées ([3]); mais c'est là un point sur lequel je reviendrai après la publication intégrale des Mémoires de M. Mittag-Leffler.

([1]) Le point $z = 0$ étant un point frontière de ce domaine.

([2]) Il n'y a pas de difficulté pour la somme, car les procédés employés sont toujours *distributifs* (voir *loc. cit.*).

([3]) Il est bien clair qu'il en est ainsi dans le cas où les séries sommables (1) sont déduites de séries telles que (2).

» Il me reste, en terminant, à émettre le vœu de voir se multiplier et se simplifier les solutions du problème fondamental que l'on peut énoncer ainsi : *développer la fonction* $\frac{1}{1-z}$ *en série de polynomes, convergeant dans tout le plan, sauf sur une coupure allant de* $z = 1$ *à l'infini*. La convergence doit d'ailleurs être absolue et uniforme dans toute région finie *intérieure* à la région de convergence. »

MÉCANIQUE. — *Sur le calcul de l'effort maximum disponible à la barre d'attelage d'un tracteur.* Note de M. A. **Petot**, présentée par M. Darboux.

« En cherchant à déterminer dans divers cas particuliers les conditions de stabilité des voitures automobiles, j'ai rencontré quelques résultats, qui diffèrent un peu de ce qui est admis dans la pratique. J'indiquerai seulement ici ce qui est relatif au calcul de l'effort maximum disponible à la barre d'attelage d'un tracteur, on verra d'ailleurs qu'il est le plus souvent nécessaire de tenir compte dans ce calcul des conditions de stabilité.

» I. Soient Φ le couple moteur appliqué à une roue; R et r le rayon de cette roue et celui de la fusée; I le momentd'inertie d'une roue, y compris au besoin la moitié de l'essieu, par rapport à l'axe de rotation; N la réaction normale du sol; $\mathfrak{N}$ et $\mathfrak{N}'$ les réactions égales et directement opposées qui s'exercent entre la fusée et le coussinet; φ l'angle de frottement de la fusée; δ le paramètre de résistance propre au roulement; f le coefficient d'adhérence; v et γ la vitesse et l'accélération à l'instant t. Le théorème des moments donne, pour chaque roue motrice, l'équation

$$(1) \qquad \Phi = \mathrm{TR} + \mathrm{N}\delta + \mathfrak{N} r \sin\varphi + \mathrm{I}\frac{\gamma}{\mathrm{R}}.$$

où T est la fraction utilisée de l'adhérence, et où les termes $\mathfrak{N} r \sin\varphi$ et $\mathrm{I}\frac{\gamma}{\mathrm{R}}$ représentent respectivement les couples produits par la résistance propre au roulement, le frottement de la fusée et l'inertie de la rotation de la roue.

» On en déduit l'inégalité

$$(2) \qquad \frac{\Phi}{\mathrm{R}} < f\mathrm{N} + \frac{\mathrm{N}\delta + \mathfrak{N} r \sin\varphi}{\mathrm{R}} + \mathrm{I}\frac{\gamma}{\mathrm{R}^2},$$

d'après laquelle l'effort moteur $\frac{\Phi}{R}$ appliqué à la jante d'une roue peut, contrairement aux idées reçues, dépasser, sans qu'il y ait patinage, l'adhérence fN de cette roue.

» L'inverse a lieu d'ailleurs quand on veut faire frein à l'aide du moteur. On a, en effet, cette fois l'inégalité

$$(3) \qquad \frac{\Phi}{R} < fN - \frac{N\delta + \mathfrak{M} r \sin\varphi}{R} - I\frac{\gamma}{R^2},$$

où le terme $-I\frac{\gamma}{R^2}$ est, il est vrai, positif, mais inférieur à $\frac{N\delta + \mathfrak{M} r \sin\varphi}{R}$.

» II. Quand toutes les roues d'un tracteur sont motrices, on a en palier et alignement droit les équations

$$(4) \qquad \Sigma N = P, \qquad \Sigma T = F + A + P\frac{\gamma}{g},$$

où P désigne le poids total du véhicule, F l'effort exercé à la barre d'attelage, et A la résistance de l'air. La condition pour qu'il n'y ait pas patinage est alors

$$(5) \qquad Pf > F + A + P\frac{\gamma}{g}.$$

» Dans la pratique, au contraire, on donne en général la suivante

$$(6) \qquad \varpi f > F + F_1,$$

où ϖ désigne le poids moteur, et F_1 l'effort nécessaire pour remorquer le tracteur lui-même dans des conditions identiques à celles où se produit le mouvement. On a d'ailleurs ici

$$(7) \qquad F_1 = Pf_1 + A + P\frac{\gamma}{g},$$

où f_1 est un coefficient variable d'un véhicule à l'autre.

» La formule usuelle conduit ainsi, dans le calcul de l'effort maximum disponible à la barre d'attelage d'un tracteur, à une erreur par défaut égale à Pf_1. Cette erreur n'est guère que de 5^{kg} par tonne pour la traction sur rails, mais elle peut atteindre 15^{kg} par tonne dans la traction sur route. Elle se produit dans le même sens, quand on calcule l'accélération maximum réalisable au démarrage, et la pente limite que l'on peut gravir en conservant la vitesse acquise.

» L'inégalité (5) donne en particulier le résultat suivant :

» A vitesse constante, en palier et alignement droit, dans le cas où la

vitesse est assez faible pour que la résistance de l'air soit négligeable, un tracteur dont tous les essieux sont moteurs n'utilise aucune fraction de son adhérence pour se remorquer lui-même; le pouvoir adhérent Pf est alors entièrement disponible à la barre d'attelage.

» A première vue, cela paraît paradoxal, mais on en trouve une explication immédiate dans l'équation (1), d'après laquelle le tracteur emploie bien, en effet, le couple moteur Φ pour se remorquer lui-même, mais sans faire intervenir son adhérence, qui reste alors entièrement utilisable.

» III. Pour une automobile ayant deux essieux, dont un seul est moteur, l'inégalité (5) doit être remplacée par la suivante :

$$(8) \quad P_1 f > F + P_2 f_1 + A + P\frac{\gamma}{g} \mp \frac{f+f_1}{l}\left(hF + h'P\frac{\gamma}{g} + h''A + P\delta\right),$$

où P_1 et P_2 désignent les charges de l'essieu moteur et de l'essieu porteur au repos, l la distance de ces essieux, et h, h', h'' les hauteurs de la barre d'attelage du centre de gravité et du centre de poussée de l'air au-dessus du sol. Il faut d'ailleurs prendre le signe + ou le signe −, suivant que l'essieu moteur est à l'avant ou à l'arrière du véhicule.

» L'inégalité précédente montre que cette dernière disposition donne la meilleure utilisation de l'adhérence. Par contre, la stabilité peut se trouver compromise parce que, la charge étant reportée sur la roue d'arrière, le véhicule est exposé à se renverser en basculant autour de cet essieu. Pour éviter qu'il en soit ainsi, il suffit de faire en sorte que, dans le cas limite du patinage, l'essieu d'avant soit encore suffisamment chargé. Si l'on suppose, pour plus de simplicité, que les trois hauteurs h, h', h'' sont égales, la condition à remplir est

$$(9) \qquad h[Pf - S(f+f_1)] < l(P_2 - S) - P\delta,$$

en désignant par S la charge de sécurité.

» On obtient des résultats analogues aux précédents, mais dans un ordre inverse, quand on étudie le mode de fonctionnement des freins. La charge se reportant à l'arrêt sur l'essieu d'avant, la stabilité peut être compromise quand cet essieu est moteur. J'ai été ainsi conduit à étudier, dans ce cas, les conditions à remplir pour assurer la stabilité, quand on doit serrer les freins dans une courbe, en descendant une pente. Les résultats obtenus sont trop complexes pour que je puisse les donner ici; ils feront l'objet d'un Mémoire qui paraîtra prochainement dans le *Bulletin de la Société industrielle du Nord*. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'attaque des silicates par le gaz sulfhydrique.* Note de M. P. DIDIER, présentée par M. Moissan ([1]).

« A température élevée, le gaz sulfhydrique agit sur la plupart des silicates et les transforme partiellement en sulfures. J'ai étudié l'ensemble de cette action et des réactions secondaires qui l'accompagnent pour un certain nombre de ces minéraux. Les opérations ont été faites au tube de porcelaine, vers 1400°, sur des échantillons passés au tamis 60; la nacelle employée était en porcelaine ou en charbon. Cette dernière matière convient particulièrement bien : le carbone, il est vrai, doit avoir une part réductrice propre dans les phénomènes, mais je me suis assuré que son influence est surtout d'ordre quantitatif.

» Au point de vue de cette étude, les silicates se divisent en trois groupes. Les métaux qu'ils renferment peuvent s'isoler, à l'état de sulfures, par volatilisation ou par cristallisation : c'est le cas signalé autrefois par M. Sidot ([2]) pour les silicates de zinc et de plomb. Les sulfures formés peuvent, au contraire, être fixes, attaquables seulement par les agents qui détruisent aussi le silicate : c'est le cas le moins avantageux pour la séparation des produits. Enfin, un troisième groupe intermédiaire correspond à des sulfures qui peuvent se distinguer nettement par leur couleur, leur solubilité dans les acides faibles, etc. Les silicates naturels se rattachent généralement aux deux derniers groupes; ce fait a une certaine importance, parce que la réaction de l'acide sulfhydrique est toujours incomplète, les sulfures formés recouvrant la matière primitive d'une couche protectrice qu'il faut désagréger mécaniquement ou détruire chimiquement. C'est sur ces silicates qu'ont porté les recherches dont je cite quelques résultats.

» 1. *Péridots.* — La transformation en sulfures de ces silicates relativement simples est nettement indiquée par l'aspect des échantillons après l'opération, mais elle est faible. Le soufre fixé sur un péridot, en présence du charbon et après cinq heures de chauffe, est, en moyenne, de 3 pour 100, dont près de la moitié porte sur la magnésie. La matière traitée cède cette base à l'eau, qui prend une réaction alcaline. La chaleur et l'acide acétique dégagent l'acide sulfhydrique, facile à doser; l'acide chlorhydrique

---

([1]) Travail fait au laboratoire de Chimie minérale des Hautes Études, à l'École Normale supérieure.

([2]) *Comptes rendus,* t. LXII et LXIII.

décompose ensuite de même le sulfure de fer restant. La proportion de matière attaquée est environ 7 pour 100.

» 2. *Cérite naturelle. Péridot céreux artificiel.* — La couleur grise du minéral est nettement modifiée, après traitement, par la couleur rougeâtre des sulfures. Le gain en soufre, dans les conditions précédentes, calculé directement (en tenant compte de la perte au feu du minerai, et vérifiée par l'analyse), atteint, dans les mêmes conditions que plus haut, 17 pour 100, à l'état de sulfures solubles dans l'acide acétique.

» Les cérites en poudre du commerce abandonnent, après une seule chauffe, 45 pour 100 environ à l'acide acétique, alors qu'elles lui laissent, au maximum, 12 pour 100 avant l'opération.

» Le silicate de cérium artificiel (péridot ou fayalite céreuse $SiO^2, 2CeO$) est attaqué à peu près dans la même proportion; ses cristaux, primitivement incolores, sont transformés partiellement en sulfure céreux rouge.

» 3. *Jeffersonite.* — Ce pyroxène manganésifère est peu attaquable aux acides. Après le traitement par l'hydrogène sulfuré, il donne à l'eau une réaction nettement alcaline: il s'est formé un polysulfure ou un sulfure double. Une partie des alcalino-terreux sont donc, ici encore, attaqués en même temps que les métaux proprement dits; cette attaque porte sur 25 pour 100 de l'essai, toujours dans les conditions données.

» 4. *Amiante.* — L'asbeste, inattaquable par les acides, se change aussi par voie sèche en sulfures, abandonnant alors à l'eau, à l'acide acétique et, enfin, à l'acide chlorhydrique, une portion notable de ses éléments. Sans l'intervention du charbon, cette transformation est faible, mais encore parfaitement sensible.

» 5. *Lépidomélane.* — Ce silicate complexe et ses analogues micacés s'attaquent de même. Les échantillons sur lesquels j'ai opéré étant riches en fer et en alumine, c'est surtout sur le fer que s'est porté le soufre.

» Le gain de la matière, dans l'opération, est de 4 à 5 pour 100, correspondant à la fixation d'un poids double de soufre. L'analyse directe donne un chiffre notablement plus fort.

» *Réactions secondaires.* — Dans la plupart de ces expériences, j'ai constaté un fait assez singulier, la production d'une petite quantité, bien caractérisée, d'acide sulfurique. On la trouve dans les régions froides du tube, particulièrement vers la partie antérieure où l'anhydride a probablement reflué en remontant le courant gazeux, généralement lent, et a échappé ainsi à la destruction qui l'attendait dans la région centrale.

» D'autre part, la silice déplacée reste libre ou entre dans des silicates plus acides que les primitifs. Elle ne m'a pas paru cristalline, sauf peut-être dans la décomposition de l'asbeste; cela se conçoit assez, tout fondant faisant défaut. Mais il semble aussi, d'après la comparaison des analyses et l'examen des tubes à réaction, qu'une partie est réduite et entraînée; il se forme, en effet, même en l'absence du charbon, une couche noire pré-

sentant, autant qu'on peut en juger, les caractères du silicium ou de certains de ses composés. Cette constatation m'a amené à essayer de soumettre la silice seule au même traitement que les silicates précédents. On obtient ainsi, à la limite de la région chaude, un anneau de cristaux qui peuvent former un véritable feutrage. Ces cristaux n'ont pas les caractères chimiques attribués au sulfure de silicium; ils paraissent constitués par un mélange de silicium et d'un de ses composés ou par une combinaison siliciformique. J'en poursuis l'étude ainsi que celle de l'attaque des silicates par quelques autres gaz; je crois seulement devoir signaler ici, au point de vue minéralogique, l'intérêt que peut avoir la réaction principale qui fait l'objet de cette Note. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide diisoamylacétique.* Note de M. **H. Fournier**, présentée par M. H. Moissan.

« Je me suis proposé de préparer synthétiquement l'acide diisoamylacétique et de le comparer avec ses isomères les acides laurique et hordéique.

» Je l'ai obtenu en décomposant par la chaleur l'acide diisoamylmalonique $(C^5H^{11})^2C(CO^2H)^2$.

» On verse du bromure d'isoamyle sur le dérivé sodé de l'éther malonique en suspension dans l'alcool absolu. Après avoir chauffé quatre heures au bain-marie à 90°, le produit de la réaction est traité par l'eau; l'huile qui surnage est distillée et l'on recueille la portion bouillant entre 242° et 248°. Elle est formée par de l'isoamylmalonate d'éthyle. Cet éther avait déjà été préparé par Paal et Hoffmann [1].

» A de l'alcool sodé on ajoute des quantités équimoléculaires d'isoamylmalonate d'éthyle et de bromure d'isoamyle.

» On chauffe au bain-marie pendant quatre heures, on distille la plus grande partie de l'alcool et l'on précipite par l'eau.

» L'huile qui se sépare est isolée au moyen de l'éther, puis rectifiée. L'analyse montre que la portion bouillant à 278°-280° est constituée par du diisoamylmalonate d'éthyle. C'est un liquide incolore, dont la densité à 20° est de 0,993.

» On le saponifie en le chauffant au bain-marie pendant trois heures avec de la potasse alcoolique. Après avoir chassé l'alcool à 110°, on dissout le résidu dans l'eau et l'on neutralise par l'acide chlorhydrique.

---

[1] *Berichte der deutsch. chem. Ges.*, t. XXIII, p. 1496.

» L'acide diisoamylmalonique formé se solidifie bientôt; on l'essore, puis on le fait cristalliser dans de l'alcool très étendu.

» Il est en lamelles blanches, fusibles à 147°-148°, très solubles dans l'éther, l'alcool, le benzène; peu solubles dans le sulfure de carbone et insolubles dans l'eau.

» J'ai obtenu l'acide diisoamylacétique $(C^5H^{11})^2CH - CO^2H$ en chauffant l'acide diisoamylmalonique au bain d'huile un peu au-dessus de son point de fusion. Le dégagement de l'acide carbonique commence en effet vers 150°, mais il ne devient abondant qu'au-dessus de 160°; la température est élevée lentement jusqu'à 175°. Après refroidissement, le contenu du ballon, qui s'est solidifié, est essoré, puis purifié par des cristallisations successives dans l'alcool étendu et dans le benzène.

» L'acide diisoamylacétique se présente sous la forme d'aiguilles blanches, fusibles à 46°-47°, insolubles dans l'eau, très solubles dans l'éther, l'alcool, le sulfure de carbone et le benzène.

» Je l'ai transformé en diisoamylacétamide $(C^5H^{11})^2CH - COAzH^2$ de la façon suivante :

» L'acide diisoamylacétique est chauffé avec la moitié de son poids de trichlorure de phosphore à 100° pendant une demi-heure. Le chlorure acide qui a pris naissance est séparé de l'oxyde de phosphore, puis versé goutte à goutte dans une solution aqueuse et concentrée d'ammoniaque, refroidie au moyen d'un mélange de glace et de sel. L'amide se précipite immédiatement; on la lave avec de l'eau et on la fait cristalliser dans l'alcool étendu. On la purifie par dissolution dans le chloroforme ou dans le benzène.

» Elle forme des aiguilles blanches, soyeuses, fusibles à 115°, solubles à chaud dans l'eau et se dissolvant à froid dans l'éther, l'alcool, le chloroforme, le benzène. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Fluor dans quelques eaux minérales. Eaux fluorées.* Note de M. **Charles Lepierre**, présentée par M. Armand Gautier.

« Dans une Note récente, M. Parmentier [1], après avoir démontré que la corrosion que l'on observe parfois sur les verres mis en contact avec certaines eaux minérales peut être due à un simple dépôt adhérent de

[1] *Comptes rendus* du 1er mai 1899.

silice et non pas, comme on avait pu le supposer, au fluor ou à des composés fluorés volatils, termine sa Communication par cette phrase : « On a prétendu aussi que les eaux du Mont-Dore et d'autres eaux tiennent » en dissolution du fluorure de calcium. Nous n'avons jamais, dans les » nombreuses analyses d'eaux minérales que nous avons faites, pu déceler » la moindre trace de composé fluoré quelconque. »

» On peut en conclure que, pour M. Parmentier, l'existence de fluorures dans les eaux minérales constituerait une grande exception.

» Cette affirmation me semble beaucoup trop absolue et je demande la permission d'exprimer mon opinion sur ce sujet, opinion basée sur un certain nombre d'analyses d'eaux.

» Sans rappeler ici les travaux classiques de Nicklès, Ch. Sainte-Claire Deville, Gouvenain, etc., sur la présence des fluorures dans beaucoup d'eaux, je dirai que la plupart des chimistes modernes qui se sont occupés d'eaux minérales y ont trouvé le fluor; M. Willm, dont la compétence est bien connue, le signale, en France, dans les eaux de Plombières, de Bourbonne-les-Bains, etc. Bunsen, Frésénius, etc. sont arrivés, en Allemagne, aux mêmes résultats. En Portugal, les chimistes qui se sont occupés d'analyse des eaux minérales y ont aussi, fort souvent, trouvé des fluorures (Ferreira da Silva, Sousa Reis et moi-même) ([1]). Mais, en général, les fluorures se trouvent dans les eaux à l'état de traces.

» Il existe néanmoins certaines eaux minérales, assez rares il est vrai, qui sont *relativement très riches en fluorures*. L'exemple le plus intéressant, peut-être unique en Europe, du moins à ma connaissance, est celui de l'eau minérale de *Gerez* (nord du Portugal). Ces eaux très fréquentées et d'un effet vraiment extraordinaire dans les maladies du foie ([2]) ont une minéralisation assez faible : $0^{gr},296$ d'après Sousa Reis, à qui l'on doit la première analyse complète de cette eau; $0^{gr},310$ d'après moi-même. Elles renferment par litre 22^{mgr} à 25^{mgr} de fluorure alcalin (très probablement de sodium), soit 10^{mgr} à 12^{mgr} de fluor combiné. Ces doses ne peuvent passer inaperçues; elles représentent, on le voit, le dixième environ du résidu de l'eau. Aussi suffit-il d'évaporer un demi-litre à un litre de l'eau de Gerez dans une capsule de platine pour constater, de la manière la plus positive, l'existence de fluorures dans le résidu.

» La recherche analytique du fluor dans les eaux peut se faire : 1° par

---

([1]) Eaux de Gerez, Moledo, Entre os Rios, Cucos, Luso, etc.

([2]) Depuis la simple congestion jusqu'à la cirrhose.

le procédé classique (corrosion de traits faits sur un verre de montre de Bohême recouvert de cire) en chauffant le résidu de l'eau avec SO^4H^2 et s'astreignant aux recommandations de Frésénius, Nicklès, etc.; 2° par les méthodes de Lannes ou de Carnot; 3° s'il y a de la silice, par la formation de $SiFl^4$ (1); 4° j'ai souvent recouru à la formation de cristaux de fluosilicate de sodium dont les petits prismes hexagonaux bipyramidés sont caractéristiques (réaction microchimique de Boricky) (2). Cette dernière réaction est très sensible. »

GÉOLOGIE. — *Sur la genèse des minerais de fer de la région lorraine.* Note de M. **P. Villain**, présentée par M. Haton de la Goupillière.

« Le gisement de minerai oolithique de la Lorraine a été décrit autrefois comme présentant tous les caractères d'un dépôt littoral, dont la minéralisation aurait été déterminée par des sources thermales jaillissant dans le fond de la mer liasique. Aucune indication n'ayant été fournie, jusqu'à ce jour, sur les points d'émergence de ces sources, plusieurs auteurs ont contesté le bien fondé de cette théorie. Nous croyons cependant qu'elle peut se justifier au moyen des considérations suivantes :

» Les sources ferrugineuses sont venues de la profondeur par des fissures de l'écorce terrestre coïncidant avec des failles, dont la plupart sont bien reconnues aujourd'hui. Tous les auteurs semblent admettre que ces failles sont postérieures au dépôt du minerai. Il est incontestable, en effet, qu'un grand nombre d'entre elles ont déterminé des dérangements dans les couches, bien longtemps après le dépôt primitif; mais il n'est pas exact d'en conclure qu'aucune n'a existé avant la formation du gisement. Il est bien plus naturel, au contraire, de supposer que les mouvements du sol, postérieurs au dépôt du minerai oolithique et qui ont contribué à donner à la surface son relief actuel, se sont effectués suivant des cassures préexistantes qui déterminaient des lignes de moindre résistance dans l'écorce terrestre.

» Le système des fractures du bassin de Briey semble avoir pris son équilibre à l'époque tertiaire. C'est à ce moment qu'une nouvelle série

(1) Frésénius, *Analyse qualitative*, 7e édition française, p. 240 et suivantes.

(2) Clément et Renard, *Réactions microchimiques*, p. 94; 1886. — Bourgeois, *Analyse microchimique* (in IIe *Supplément du Dictionnaire de Chimie de Wurtz*).

d'émissions thermales a pu engendrer, par un retour d'activité de l'énergie interne, les minerais dits de *fer fort*, qui sont toujours superposés aux minerais oolithiques. En faisant abstraction des phénomènes de dénudation, postérieurs à l'époque tertiaire, qui ont donné aux gisements de fer fort leur consistance actuelle, on ne peut manquer, en effet, d'être frappé des relations étroites de voisinage qui existent entre ces gisements et ceux du lias. Les conditions topographiques dans lesquelles se présentent les premiers donnent à penser qu'ils doivent bien leur origine à une émission de l'âge tertiaire, et non à un simple remaniement du minerai liasique.

» L'activité des sources thermales ayant été fort variable d'un point à un autre, on s'explique aisément que les différentes couches du gisement présentent une valeur très inégale dans les différentes localités du bassin. En Lorraine, le centre principal des émissions ferrifères est situé (aussi bien pour les minerais liasiques que pour les minerais tertiaires) entre Audun-le-Tiche et Esch-sur-Alzette. Ces émissions s'expliquent par la grande faille d'Audun-le-Tiche qui occasionne un rejet de plus de 100^m dans la région. Le bassin de Longwy dépend en partie de cette même faille, et en partie aussi d'autres failles de moindre importance. Celle de Pontoy (Alsace-Lorraine), qui détermine, comme celle d'Audun-le-Tiche, un rejet d'une centaine de mètres, près du village de ce nom, a joué aussi un rôle très important dans la formation du bassin. L'étage ferrugineux prend une puissance de 50^m à 60^m dans ses parages. La faille d'Avril, située au sud de la précédente, donne lieu à une remarque intéressante. Le dépôt de minerai qu'elle a engendré cesse brusquement, vers l'ouest, à l'endroit où elle s'arrête à celle du Woigot.

» La faille de l'Orne a donné naissance au bassin du même nom, découvert en 1883, et qui se développe, de l'est à l'ouest, suivant l'alignement de la cassure.

» Tout récemment, nous avons pu étudier en détail le rôle d'une faille dite *de Bonvillers*, connue depuis peu de temps, mais qui nous paraît jouer un rôle décisif dans l'extension occidentale du bassin de Briey.

» Cette faille, qui peut servir de type de faille nourricière, présente un rejet d'une cinquantaine de mètres à Bonvillers. Elle a donné naissance, dans la direction de l'ouest, à un gisement assez limité comme superficie exploitable, mais d'une richesse peu commune dans le sous-étage moyen de la formation (couche grise).

» Du centre d'émission principal qui devait se trouver non loin de Bonvillers, l'élément ferrugineux, qui se précipitait sans cesse dans le sein

des eaux sous forme d'oxyde pulvérulent, grâce à l'apport continuel des sources, s'est dispersé inégalement dans les différentes directions suivant les pentes plus ou moins favorables du fond de la mer.

» Grâce aux nombreuses explorations, par sondages, faites dans les trois dernières années, les courbes de niveau de la formation ferrugineuse ont pu être établies : si l'on trace la ligne de plus grande pente de la surface déterminée par ces courbes, on trouve qu'elle coïncide exactement avec la ligne de richesse maximum du dépôt ferrugineux.

» Il convient de remarquer que la théorie des *failles nourricières* donne parfaitement l'explication des faits qu'on voulait rattacher autrefois à la théorie des affleurements. Les bons minerais, disait-on, ne se trouvaient qu'aux affleurements. Cela se comprend en observant que les érosions se sont produites principalement suivant le trajet d'anciennes failles. Quand ces failles avaient été nourricières, le cours d'eau emportait, dans ses alluvions, la partie du gisement comprise dans les terrains détruits, qui était généralement la plus riche. Il laissait sur les flancs de la vallée des lambeaux de couches, plus ou moins étendus, dont la minéralisation et la puissance diminuaient au fur et à mesure qu'on s'écartait de l'axe de la vallée, c'est-à-dire de la faille nourricière. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur un champignon parasite dans les affections cancéreuses.* Note de M. **J. Chevalier**, présentée par M. Armand Gautier.

« Nous nous occupons depuis longtemps de la question du parasitisme du cancer, et les idées qui nous guident nous ont permis d'isoler, il y a plusieurs mois, un parasite spécial obtenu de cultures d'origines différentes, savoir :

» 1° De tumeurs chirurgicales fraîches prises sur le vivant;

» 2° De noyaux secondaires non ulcérés provenant des autopsies que nous avons faites à l'hospice de Brevannes;

» 3° Du sang des cancéreux du même service; il nous a donné aussi des cultures lorsque la tumeur est assez avancée;

» 4° De l'air des salles de cancéreux en contact pendant un certain temps avec des plaques de Pietri contenant le même bouillon.

» Inutile d'ajouter que les tumeurs expérimentales obtenues sur les animaux fournissent les mêmes résultats.

» Nos cultures ont toujours été faites, pour l'acclimatation du parasite, avec un bouillon de mamelles de vache. Il est simplement dégraissé, additionné de 2 pour 1000 de chlorure de sodium et stérilisé. Au bout de quelques jours, ce bouillon, après avoir reçu l'une ou l'autre des semences ci-dessus, porté à l'étuve à 32°, se trouble, et l'on voit s'y former une mince pellicule blanchâtre, puis un dépôt de même couleur. Au bout d'un certain temps, les membranes tombent au fond du ballon au fur et à mesure de leur production, et bientôt la couche inférieure se colore en rose et en rouge groseille ; à ce moment, la sporulation est accomplie.

» Les cultures acclimatées sur bouillon de mamelle peuvent alors être transportées avec succès sur différents milieux ; mais ceux sur lesquels elles prospèrent le mieux sont les milieux sucrés se rapprochant le plus de la neutralité : les cultures en milieu acide ne réussissent pas ; celles en milieu franchement alcalin sont bien moins prospères. Voici les terrains sur lesquels nous avons fait ces cultures :

a. Bouillon de mamelles glycosé à 10 pour 1000. Même aspect que sur le bouillon de mamelles sans glycose. Si l'on augmente la proportion de sucre, la culture est moins prospère.

b. Agar. Au troisième jour, petites colonies grisâtres s'étalant progressivement. Elles augmentent en épaisseur et deviennent roses.

c. Sérum. Caractères à peu près identiques.

d. Gélatine. Pellicules gris blanchâtre. Pas de liquéfaction.

e. Pomme de terre. Couche étalée gris jaunâtre fort mince.

f. Chou. Culture très prospère gris blanchâtre.

» Toutes ces cultures, à un moment donné, prennent une coloration rosée due aux spores sorties des sphérules, qui se disséminent dans le liquide. Cette coloration ne se montre jamais dans des cultures faites à l'abri de la lumière.

» La température optima pour ce parasite est de 28° à 35°.

» Malgré cela, il est fort résistant, et l'ébullition à 100° pendant dix minutes ne tue pas ses spores.

» Au microscope, on est frappé de la différence morphologique des éléments qu'on rencontre dans les cultures suivant leur âge et le milieu sur lequel elles vivent :

» Dans une culture sur bouillon de mamelles, on voit des sphérules à divers états de développement, des spores et des conidies.

» Sur chou, les formes prédominantes sont des formes mycéliennes, soit

stériles, en mince chevelu ; soit, au contraire, fécondes, avec des conidies à l'intérieur, et ramifiées à leurs extrémités donnant naissance à des conidies rondes ou elliptiques.

» Nous sommes arrivé facilement à relier entre eux ces divers stades biologiques; dans toutes les cultures un peu vieilles, on trouve les deux formes réunies.

» Une cellule cylindrique ou conidie (forme souvent rencontrée dans le sang des cancéreux) mesure en moyenne 6^{μ} en longueur et 2^{μ} en largeur. On ne tarde pas à la voir devenir bi- ou multi-cellulaire, s'accroître en donnant naissance à un mycélium irrégulièrement septé, puis à des conidies endogènes. Ce mycélium est tantôt simple, tantôt ramifié; parfois même il s'anastomose avec d'autres filaments voisins formant des faisceaux homogènes ou irréguliers. Entre ces faisceaux se rencontrent, soit des conidies uni- ou bi-cellulaires qui ont tendance à se grouper en cercles concentriques, soit des sphérules. Ces sphérules proviennent des conidies uni-cellulaires qui, au lieu de se diviser, s'accroissent, s'arrondissent et arrivent à former des sphérules réfringentes de couleur jaune clair qui peuvent mesurer 12^{μ} et 15^{μ} de diamètre. Ces sphérules sont composées d'une masse plasmique centrale et d'une membrane à double contour. Pendant leur période d'accroissement, elles se colorent intégralement, et le tout paraît homogène; puis la sphérule présente à son intérieur des spores endogènes qui tranchent par leur coloration plus intense sur les parties environnantes. Enfin, par un point variable de leur surface, les sphérules laissent échapper leur contenu.

» Les spores se présentent alors sous la forme de petits corpuscules de 1^{μ} et moins, réfringents, d'un rouge rubis, tantôt ronds, tantôt présentant une forme bacillaire, animés de mouvements browniens et environnés d'une matière gélatineuse qui les maintient unies. Suivant que l'expulsion de la matière sporigène est plus ou moins avancée, on voit dans l'intérieur des sphérules diverses formes colorées, la matière se colorant seule. La sphérule arrive, après l'expulsion des spores, à être réduite à l'état d'une simple membrane gaufrée présentant parfois en un point un croissant de matière colorable.

» Ces spores, suivant qu'elles restent unicellulaires ou qu'elles deviennent bicellulaires, donnent naissance à des sphérules dans le premier cas, à des conidies dans le second.

» Les méthodes de coloration qui nous ont le mieux réussi sont le bleu

coton G4B Poirier, le bleu de Kühne, le violet de gentiane, la safranine. Elles se colorent par le picro-carmin et prennent le grain.

» Les récentes Communications du Dr Bra, dans la *Presse médicale*, semblent devoir faire identifier son parasite au nôtre (¹).

» L'inoculation des cultures de ce champignon sous la peau de cobayes, de lapins et de chiens, a donné lieu à la production de tumeurs à l'endroit de l'injection. Au bout d'un certain temps nous avons pu constater les symptômes de cachexie chez ces mêmes animaux. Enfin, à l'autopsie de certains de ces sujets, nous avons trouvé des généralisations de tumeurs ganglionnaires et des noyaux secondaires viscéraux.

» L'examen microscopique de ces tumeurs montre un tissu analogue, tantôt au sarcome, tantôt au fibro-sarcome, tantôt au carcinome. Malgré ces résultats, contrôlés entre autres par M. le Dr Gombaut, nous ne voulons pas pour l'instant affirmer la spécificité du parasite. L'étude de la toxine et les tumeurs expérimentales en voie d'évolution nous permettront, dans un travail ultérieur, d'être peut-être plus affirmatif sur les liens de causalité ou de spécificité qui existent entre ce champignon et les affections cancéreuses. »

M. A. **Arnaudeau** adresse une Note relative à une pièce qu'il propose d'ajouter au peson pour en simplifier la graduation.

M. E. **Ducretet** adresse une Note relative à la construction des radioconducteurs à limailles et à billes d'acier.

M. E. **Porter** adresse un Mémoire « Sur la résolution de l'équation générale du cinquième degré ».

La séance est levée à 4 heures.

J. B.

(¹) Les faits analogues, publiés en Angleterre par M. le Dr Plimmer, ne sont pas assez détaillés pour qu'on puisse porter un jugement à leur sujet.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 23 mai 1899.

Manipulations de Chimie : Métalloïdes, par M. A. Mermet. 2e édition, avec une Préface de M. C. Friedel, Membre de l'Institut. Paris, Paul Dupont, 1899; 1 vol. in-16. (Hommage de l'Auteur.)

Études et recherches sur le grain de blé,... par Émile Frichot. Chez l'Auteur, à Dreux, 1899; 1 vol. in-12. (Hommage de l'Auteur.)

Société des Ingénieurs civils de France : Annuaire de 1899. Paris, 1899; 1 vol. in-8°.

Congrès horticole de 1899. *Mémoires préliminaires.* Paris, s. d.; 1 fasc. in-12.

Congrès des Sociétés savantes, tenu à Toulouse du 4 au 8 avril 1899 : *Rapport sommaire sur les appareils de mesure du temps et des angles gradués suivant le système décimal,* par M. J. de Rey-Pailhade. Toulouse, 1899; 1 fasc. in-12.

Recueil des Mémoires et observations sur l'Hygiène et la Médecine vétérinaires militaires. 2e série, t. XX. Paris, H. Charles-Lavauzelle, 1899; 1 vol. in-8°.

Travaux et Mémoires du Bureau international des Poids et Mesures. T. IX. Paris, Gauthier-Villars, 1898; 1 vol. in-4°.

Le mouvement universel. Théorie nouvelle sur le mouvement des corps célestes, par Constantin Lycortas. Athènes, Charles Beck; Paris, H. Le Soudier, 1899; 1 vol. in-16. (Hommage de l'Auteur.)

Bestimmung der Intensität der Schwerkraft auf fünf undfünfzig Stationen von Hadersleben bis Koburg und in der Umgebung von Göttingen : bearbeitet von L. Haasemann. Berlin, P. Stankiewic, 1899; 1 fasc. in-8°.

Influenza del sublimato corrosivo sul numero dei globuli rossi, pel Dott. Antonio Massarotti. Napoli, A. Tocco, 1898; 1 fasc. in-8°.

Curing and fermentation of cigar leaf tobacco, by Oscar Loew. Washington, 1899; 1 fasc. in-8°.

The alkali soils of the Yellowstone Valley, ... by Milton Whintney and Thos.-H. Means. Washington, 1898; 1 fasc. in-8°.

Illustrated catalogue and price list of Lundell fan motors. New York, Sprague Electric Company, 1899; 1 fasc. petit in-4°.

Regenwaarnemingen in Nederlandsch-Indië. 1897. Batavia, 1898; 1 vol. in-4°.

Observations made at the magnetical and meteorological observatory at Batavia. Vol. XX, 1897. Batavia, 1898; 1 vol. in-4°.

Memorias y revista de la Sociedad cientifica Antonio Alzate. T. XII, 1898-1899; nos 1, 2 y 3. Mexico, 1898; 1 fasc. in-8°.

Annual tables, daily and hourly, for the year 1898 : *New York meteorological Observatory.* 1 fasc. in-4°.

Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. 1898. Part III. Sept.-Dec. Philadelphia, 1899; 1 fasc. in-8°.

Sitzungsberichte der königlich-preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin : Januar-April 1899. Berlin, Georg Reimer, 1899; 14 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 15 mai 1899.)

Note de M. *Guyou*, Application, à titre d'essai, de la division décimale du cercle à la pratique de la navigation :

Page 1200, ligne 25, *au lieu de* ingénieurs, *lisez* expériences.
Même page, ligne 29, *au lieu de* du, *lisez* de.
Même page, ligne 31, *au lieu de* ces, *lisez* les.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 MAI 1899,

PRÉSIDENCE DE M. VAN TIEGHEM.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les surfaces isothermiques.* Note de M. GASTON DARBOUX.

« Les propositions que j'ai établies dans ma dernière Communication montrent qu'on peut rattacher à la déformation des quadriques les plus générales certaines surfaces isothermiques que j'ai appelées (Σ_i), (Σ'_i). Si l'on savait déterminer toutes les surfaces applicables sur une quadrique déterminée, on aurait par cela même l'équation en termes finis de ces surfaces isothermiques. Elles dépendent donc seulement de deux fonctions arbitraires d'une variable indépendante, tandis que la détermination des surfaces isothermiques les plus générales exigerait l'intégration d'une équation aux dérivées partielles du quatrième ordre que l'on doit ranger au nombre des plus compliquées, des plus difficiles à intégrer de la Géométrie infinitésimale. En essayant de caractériser nettement les surfaces (Σ_i), (Σ'_i)

j'ai rencontré quelques propositions générales qu'il me paraît utile de signaler.

» D'abord la correspondance entre les surfaces (Σ_i), (Σ'_i) a lieu, nous l'avons remarqué, à la fois avec similitude des éléments infiniment petits et parallélisme des plans tangents. L'étude des cas dans lesquels ces deux propriétés se trouvent réunies a été faite par M. Christoffel; je n'y reviendrai donc pas. Mais la correspondance entre les surfaces (Σ_i), (Σ'_k) soulève un problème intéressant. Ces deux surfaces, qui sont normales à un même cercle, peuvent être considérées comme les deux nappes de l'enveloppe d'une sphère dépendant de deux paramètres. Nous sommes donc conduits à nous proposer la question suivante :

» *Dans quel cas une sphère qui dépend de deux paramètres enveloppe-t-elle une surface dont les deux nappes se correspondent avec similitude des éléments infiniment petits?*

» On connaît une solution très générale de ce problème. Si la sphère est orthogonale à une sphère fixe, les deux nappes de son enveloppe sont inverses l'une de l'autre par rapport au centre de la sphère fixe et, par suite, se correspondent avec similitude des éléments infiniment petits. La correspondance entre les surfaces (Σ_i), (Σ'_k) nous fournit encore une autre solution du problème. Il y a donc intérêt, s'il est possible, à le résoudre complètement.

» Soient donc M, M' les deux points où une sphère variable (S) touche son enveloppe. La corde de contact MM' engendre une congruence; les développables de cette congruence découpent, sur les deux nappes de l'enveloppe, des courbes dont les tangentes se rencontrent toujours. Si A et B sont les points de concours de ces tangentes, les directions AM et AM', BM et BM' se correspondent sur les deux nappes. Comme d'ailleurs ces directions sont placées symétriquement par rapport au plan tangent de la surface décrite par le centre de la sphère (S), il faudra que les deux angles AMB, AM'B soient égaux.

» Supposons d'abord que la valeur commune de ces angles soit différente de l'angle droit; alors, pour qu'il y ait similitude des éléments infiniment petits, il faudra que la tangente en M à toute courbe tracée sur la nappe (M) décrite par M et la tangente en M' à la courbe correspondante tracée sur la nappe (M') décrite par M' fassent des angles égaux respectivement avec MA et M'A et aussi avec MB et M'B. Donc ces deux tangentes se rencontreront toujours en un point, d'ailleurs variable, de la droite AB. Dès lors, quel que soit le déplacement de la sphère, la corde de con-

tact MM′ engendrera un élément de développable et, par conséquent, la droite MM′ ira passer par un point fixe. Ce point fixe aura évidemment même puissance par rapport à toutes les sphères (S) puisqu'il se trouve sur l'axe radical de chacune d'elles et des sphères infiniment voisines. Nous obtenons ainsi la première et la plus générale des deux solutions que nous avions reconnues *a priori*, celle qui correspond à deux surfaces inverses l'une de l'autre.

» Supposons maintenant que l'angle AMB soit droit; alors il résulte facilement de la théorie des enveloppes de sphères (*Leçons*, n° 475 et suiv.) que les lignes de courbure se correspondent sur les deux nappes de l'enveloppe, et nous avons une suite de propositions et de formules qui permettent de pénétrer dans la question.

» Si l'on suppose connue l'une des nappes (M) de l'enveloppe, que l'on désigne par x, y, z les coordonnées du point M, par c, c', c'' les cosinus-directeurs de la normale à (M) en ce point, et que l'on considère toutes ces quantités comme fonctions des paramètres ρ et ρ_1 des deux familles de lignes de courbure, les rayons de courbure principaux de la nappe (M) seront déterminés par les équations d'Olinde Rodrigues :

$$(1) \qquad \left\{ \begin{array}{ll} \dfrac{\partial x}{\partial \rho} + \mathrm{R}\,\dfrac{\partial c}{\partial \rho} = 0, & \ldots, \\ \dfrac{\partial x}{\partial \rho_1} + \mathrm{R}_1\,\dfrac{\partial c}{\partial \rho_1} = 0, & \ldots, \end{array} \right.$$

et, pour déterminer la nappe (M′), il faudra procéder comme il suit :

» On prendra d'une manière quelconque deux fonctions λ et μ satisfaisant aux équations

$$(2) \qquad \frac{\partial \lambda}{\partial \rho} + \mathrm{R}\frac{\partial \mu}{\partial \rho} = 0, \qquad \frac{\partial \lambda}{\partial \rho_1} + \mathrm{R}_1\frac{\partial \mu}{\partial \rho_1} = 0;$$

alors la sphère (S) aura pour équation

$$(3) \qquad \left\{ \begin{array}{l} \dfrac{\mu}{2\lambda}[(\mathrm{X} - x)^2 + (\mathrm{Y} - y)^2 + (\mathrm{Z} - z)^2] \\ \qquad + c(\mathrm{X} - x) + c'(\mathrm{Y} - y) + c''(\mathrm{Z} - z) = 0. \end{array} \right.$$

» On déterminera la seconde nappe (M′) de l'enveloppe de (S) en joi-

gnant à l'équation précédente les deux suivantes :

$$(4)\quad \begin{cases} \frac{1}{2\lambda}\frac{\partial\lambda}{\partial\rho}[(X-x)^2+(Y-y)^2+(Z-z)^2] \\ \qquad +\frac{\partial x}{\partial\rho}(X-x)+\frac{\partial y}{\partial\rho}(Y-y)+\frac{\partial z}{\partial\rho}(Z-z)=0, \\ \frac{1}{2\lambda}\frac{\partial\lambda}{\partial\rho_1}[(X-x)^2+(Y-y)^2+(Z-z)^2] \\ \qquad +\frac{\partial x}{\partial\rho_1}(X-x)+\frac{\partial y}{\partial\rho_1}(Y-y)+\frac{\partial z}{\partial\rho_1}(Z-z)=0. \end{cases}$$

» Si l'élément linéaire de la nappe (M) est donné sous la forme

$$(5)\qquad ds^2 = H^2\,d\rho^2 + H_1^2\,d\rho_1^2,$$

celui de la nappe (M') sera fourni par la formule élégante

$$(6)\qquad ds'^2 = \left(\frac{\frac{\partial\log\theta}{\partial\rho}}{\frac{\partial\log\lambda}{\partial\rho}}\right)^2 H^2\,d\rho^2 + \left(\frac{\frac{\partial\log\theta}{\partial\rho_1}}{\frac{\partial\log\lambda}{\partial\rho_1}}\right)^2 H_1^2\,d\rho_1^2,$$

où θ sera définie par l'équation

$$(7)\qquad \frac{2\lambda}{\theta}+\mu^2+\frac{1}{H^2}\left(\frac{\partial\lambda}{\partial\rho}\right)^2+\frac{1}{H_1^2}\left(\frac{\partial\lambda}{\partial\rho_1}\right)^2=0.$$

» Pour qu'il y ait correspondance avec similitude des éléments infiniment petits, entre (M) et (M'), il faudra que l'on ait

$$\frac{\frac{\partial\log\theta}{\partial\rho}}{\frac{\partial\log\lambda}{\partial\rho}} = \pm\frac{\frac{\partial\log\theta}{\partial\rho_1}}{\frac{\partial\log\lambda}{\partial\rho_1}}.$$

» Si l'on prenait le signe + les points focaux de la droite MM' seraient toujours confondus et l'on retomberait sur les surfaces inverses. La seule hypothèse à suivre est donc celle où l'on prendra le signe —.

» Si l'on pose alors, pour abréger,

$$(8)\qquad \frac{1}{H}\frac{\partial\lambda}{\partial\rho}=\xi,\qquad \frac{1}{H_1}\frac{\partial\lambda}{d\rho_1}=\xi_1,$$

on aura

$$(9)\qquad \frac{2\lambda}{\theta}+\mu^2+\xi^2+\xi_1^2=0,$$

et si l'on introduit une inconnue auxiliaire ν, on sera conduit aux équations

$$(10)\quad \begin{cases} \dfrac{\partial\theta}{\partial\rho} = \nu^2 H\xi, & \dfrac{\partial\lambda}{\partial\rho} = H\xi, \quad \dfrac{\partial\mu}{\partial\rho} = -\dfrac{H}{R}\xi, \quad \dfrac{\partial\xi}{\partial\rho_1} = \dfrac{1}{H}\dfrac{\partial H_1}{\partial\rho}\xi_1, \\ \dfrac{\partial\theta}{d\rho_1} = -\nu^2 H_1\xi_1, & \dfrac{\partial\lambda}{d\rho_1} = H_1\xi_1, \quad \dfrac{\partial\mu}{\partial\rho_1} = -\dfrac{H_1}{R_1}\xi_1, \quad \dfrac{\partial\xi_1}{\partial\rho} = \dfrac{1}{H_1}\dfrac{\partial H}{\partial\rho_1}\xi, \end{cases}$$

auxquelles il faudra joindre les relations bien connues entre H, H_1, R, R_1,

$$(11)\quad \begin{cases} \dfrac{\partial}{\partial\rho_1}\left(\dfrac{H}{R}\right) = \dfrac{1}{R_1}\dfrac{\partial H}{\partial\rho_1}, \quad \dfrac{\partial}{\partial\rho}\left(\dfrac{H_1}{R_1}\right) = \dfrac{1}{R}\dfrac{\partial H_1}{\partial\rho}, \\ \dfrac{\partial}{\partial\rho}\left(\dfrac{1}{H}\dfrac{\partial H_1}{\partial\rho}\right) + \dfrac{\partial}{\partial\rho_1}\left(\dfrac{1}{H_1}\dfrac{\partial H}{\partial\rho}\right) + \dfrac{HH_1}{RR_1} = 0. \end{cases}$$

» En différentiant l'équation (9) on obtiendra les deux suivantes

$$(12)\quad \begin{cases} \dfrac{\partial\xi}{\partial\rho} = -\dfrac{1}{H_1}\dfrac{\partial H}{\partial\rho_1}\xi_1 + \dfrac{\mu H}{R} + \dfrac{\lambda H\nu^2}{\theta^2} - \dfrac{H}{\theta}, \\ \dfrac{\partial\xi_1}{\partial\rho_1} = -\dfrac{1}{H}\dfrac{\partial H_1}{\partial\rho_1}\xi + \dfrac{\mu H_1}{R_1} - \dfrac{\lambda H_1\nu^2}{\theta^2} - \dfrac{H_1}{\theta}. \end{cases}$$

» Il ne reste plus qu'à calculer de deux manières les dérivées telles que $\dfrac{\partial^2\xi}{\partial\rho\,\partial\rho_1}$ pour obtenir les relations

$$\frac{\partial \log H\nu}{\partial\rho_1} = \frac{\partial\log\theta}{\partial\rho_1}, \qquad \frac{\partial\log H_1\nu}{\partial\rho} = \frac{\partial\log\theta}{\partial\rho},$$

d'où l'on déduit

$$H\nu = \theta f(\rho), \qquad H_1\nu = \theta f(\rho_1), \qquad \frac{H}{H_1} = \frac{f(\rho)}{f_1(\rho_1)}.$$

» En choisissant convenablement les paramètres des lignes de courbure on peut admettre que l'on aura $H = H_1$; et l'on reconnaît, dès à présent, que *toutes les solutions ultérieures du problème ne peuvent être fournies que par des surfaces isothermiques*.

» Faisant donc $H = H_1$, on aura, en désignant par m une constante et en remplaçant, pour la commodité des calculs, θ par $\dfrac{-1}{m\sigma}$,

$$H\nu = H_1\nu = -\frac{1}{\sigma\sqrt{m}}.$$

» En substituant dans les équations (9), (10), (12), on obtiendra le

système définitif

$$(13)\qquad \mu^2+\xi^2+\xi_1^2=2m\lambda\sigma,$$

$$(14)\qquad \left\{\begin{aligned}
&\frac{\partial\sigma}{\partial\rho}=\frac{\xi}{H},\qquad \frac{\partial\lambda}{\partial\rho}=H\xi,\qquad \frac{\partial\mu}{\partial\rho}=-\frac{H\xi}{R},\\
&\frac{\partial\sigma}{\partial\rho_1}=-\frac{\xi_1}{H},\qquad \frac{\partial\lambda}{\partial\rho_1}=H\xi_1,\qquad \frac{\partial\mu}{\partial\rho_1}=-\frac{H\xi_1}{R_1},\\
&\frac{\partial\xi}{\partial\rho}=Hm\xi+\frac{m\lambda}{H}+\frac{\mu H}{R}-\frac{\partial\log H}{\partial\rho_1}\xi_1,\qquad \frac{\partial\xi_1}{\partial\rho}=\frac{\partial\log H}{\partial\rho_1}\xi,\\
&\frac{\partial\xi}{\partial\rho_1}=\frac{\partial\log H}{\partial\rho}\xi_1,\qquad \frac{\partial\xi_1}{\partial\rho_1}=Hm\xi-\frac{m\lambda}{H}+\frac{\mu H}{R_1}-\frac{\partial\log H}{\partial\rho}\xi,
\end{aligned}\right.$$

qui sera complètement intégrable et qui sera même linéaire si l'on supprime la première équation qu'on peut regarder comme une intégrale particulière du système (14) formé par toutes les autres. L'intégrale générale contiendra, en comptant m, cinq constantes arbitraires se réduisant à quatre en raison de l'homogénéité. Ainsi :

» *Étant donnée une surface isothermique quelconque* (M), *on peut lui faire correspondre avec similitude des éléments infiniment petits et conservation des lignes de courbure, une infinité d'autres surfaces isothermiques* (M') *qui, prises chacune avec* (M), *constituent les deux nappes d'une enveloppe de sphères.*

» C'est une généralisation de la propriété relative à la correspondance par plans tangents parallèles qui est due à M. Christoffel; mais, tandis que, pour le problème de M. Christoffel, la détermination de la surface correspondante dépend de trois quadratures seulement, nous avons ici un système d'équations linéaires dont l'intégration est loin d'apparaître immédiatement. Tout ce que je puis dire à ce sujet, c'est que, lorsque cette intégration aura été faite pour une surface isothermique donnée, elle le sera par cela même pour toutes celles, en nombre infini, qu'on peut en faire dériver par l'application indéfiniment prolongée de la méthode de récurrence que j'ai donnée aux n[os] 434, 437 de mes *Leçons*.

» Avant de me limiter au cas spécial que j'ai en vue, je signalerai une propriété générale des surfaces isothermiques qui résulte très simplement des calculs précédents.

» Le système (2) admet, pour toute surface isothermique, la solution

$$(15)\qquad \lambda=H^2\left(\frac{1}{R}-\frac{1}{R_1}\right)+\lambda_0,\qquad \mu=-\frac{H^2}{2}\left(\frac{1}{R^2}-\frac{1}{R_1^2}\right)+\mu_0,$$

λ_0 et μ_0 étant des constantes.

» On peut donc toujours, *et cela sans effectuer aucune intégration*, déterminer des surfaces ayant même représentation sphérique qu'une surface isothermique donnée, ou complétant, avec elle, les deux nappes d'une enveloppe de sphères sur lesquelles se correspondent les lignes de courbure.

» En particulier, si l'on suppose nulles les constantes λ_0, μ_0, on trouvera que la sphère définie par l'équation

$$\frac{1}{4}[(X-x)^2+(Y-y)^2+(Z-z)^2]\left(\frac{1}{R}+\frac{1}{R'}\right)$$
$$=c(X-x)+c'(Y-y)+c''(Z-z)$$

enveloppe, en même temps que la surface (M), une autre surface (M') (qui n'est pas isothermique) et dont les lignes de courbure correspondent à celles de (M). En interprétant géométriquement, on a le théorème suivant :

» *Étant donnée une surface quelconque* (M), *on construit, en chacun de ses points* M, *la sphère tangente qui a pour centre le conjugué harmonique de* M, *par rapport au segment formé par les centres de courbure principaux. La condition nécessaire et suffisante pour que* (M) *soit isothermique est que cette sphère enveloppe, en même temps que* (M), *une surface* (M') *dont les lignes de courbure correspondent à celles de* (M).

» Cette sphère a été considérée par M. Thybaut, dans sa récente Communication; la relation qu'elle a avec la surface ne change pas si l'on effectue une inversion quelconque; elle se réduit à un plan lorsque (M) est une surface minima; elle a un rayon constant pour les surfaces à courbure moyenne constante. »

MÉCANIQUE. — *Sur la loi des pressions dans les bouches à feu.* Note de M. **Vallier**.

« Les formules de la Balistique intérieure donnent avec une approximation suffisante la vitesse initiale du projectile, ainsi que la pression maximum, mais non la loi de distribution de la pression en chaque point. Les mesures expérimentales sont également en défaut à cet égard. Il y a pourtant intérêt, surtout pour les études de résistance de l'arme ou des organes accessoires, à pouvoir évaluer cette pression, au moins avec un certain degré d'approximation, en partant des résultats acquis (vitesse et pression maximum).

» Dans cet ordre d'idées, si l'on examine les courbes figurant le développement de ces pressions (ou accélérations du projectile) en fonction du temps, on remarque que ces courbes s'élèvent très rapidement jusqu'au maximum et s'abaissent ensuite en présentant un point d'inflexion pour prendre une direction asymptotique à l'axe des temps.

» L'allure générale de telles courbes peut se représenter par une expression telle que

$$P = P_0 \frac{t}{\theta} e^{1-\frac{t}{\theta}}, \tag{1}$$

où P désigne la pression au point où se trouve le culot du projectile à l'instant t, P_0 la pression maximum et θ l'instant de cette pression, l'origine des temps étant fixée au moment où le projectile commence son mouvement.

» De cette expression (1) on déduit facilement les divers éléments du trajet dans l'âme sous forme explicite, à l'aide des relations suivantes :

$$m\frac{du'}{dt} = \omega P = \omega P_0 P(z), \tag{1 bis}$$

$$mu' = e\omega P_0 \theta V(z), \tag{2}$$

$$mu = e\omega P_0 \theta^2 U(z), \tag{3}$$

où m représente la masse du projectile, u' sa vitesse en mètres, u l'espace parcouru en mètres également à l'instant t, ω la section droite de l'âme en centimètres carrés, P_0 la pression maximum par centimètre carré, e la base des logarithmes népériens, z le rapport $\frac{t}{\theta}$, enfin $P(z)$, $V(z)$ et $U(z)$ trois fonctions ayant pour expression respectivement

$$P(z) = z e^{1-z}, \quad V(z) = 1 - (1+z)e^{-z} \quad \text{et} \quad U(z) = z - 2 + (z+2)e^{-z}.$$

» Voici maintenant comme on peut, à l'aide de ces formules, dégager pratiquement la loi du régime des pressions.

» Soient U' et U la vitesse initiale et le parcours total du projectile à la bouche de la pièce, et α le rapport de la pression maximum à la pression moyenne qui, dans le même parcours, communiquerait au projectile la vitesse U'; on a

$$\alpha = 2\omega P_0 U : mU'^2. \tag{4}$$

» Ce paramètre α est souvent employé comme caractéristique de la vivacité de la poudre dans chaque cas particulier. Il reste voisin de 3 pour

les poudres noires, et de 2 à 1,6 environ pour les poudres sans fumée. Il a pour expression analytique, avec nos notations,

$$(5) \qquad \alpha = \frac{2}{e} \frac{U(Z)}{V^2(Z)},$$

Z représentant la valeur $\frac{T}{\theta}$ de z au moment T de la sortie du projectile. Enfin, en divisant membre à membre les équations (2) et (3) on aura, pour la même valeur Z de z,

$$(6) \qquad \theta = \frac{U}{U'} \frac{V(Z)}{U(Z)} = \frac{2}{e} \frac{U}{U'} \times \frac{1}{\alpha V(Z)} = \frac{U}{U'} \Theta(\alpha),$$

en désignant par $\Theta(\alpha)$ le facteur $\frac{2}{e\alpha V(Z)}$,
Z étant donné en fonction de α par la relation (5).

» On voit aisément que la position du point de pression maximum et la vitesse en ce point, obtenues en faisant $z = 1$ dans les relations (2) et (3), ont pour valeur

$$(7) \qquad \begin{cases} mu'_0 = (e-2)\omega P_0 \theta = 0,7182\,\omega P_0 \theta, \\ mu_0 = (3-e)\omega P_0 \theta^2 \qquad \text{où} \qquad u_0 = 0,392\, u'_0 \theta. \end{cases}$$

» D'après tout ce qui précède, pour obtenir avec une approximation suffisante les pressions en chaque instant du parcours, on procédera comme il suit :

» Calculer (α) par la formule (4) et en déduire θ par la formule (6). Évaluer ensuite les divers éléments en fonction du temps par les relations (1 *bis*), (2) et (3), ainsi que par les formules (7) pour le point du maximum de pression.

» Les Tables sommaires qui suivent ont été calculées pour simplifier les recherches précédentes :

α.	Z.	$\Theta(\alpha)$.
1,5	3,17	0,594
1,6	3,40	0,542
1,7	3,62	0,497
1,8	3,83	0,459
1,9	4,03	0,426
2,0	4,23	0,398
2,1	4,42	0,374
2,2	4,60	0,353
2,3	4,77	0,335
2,4	4,94	0,319
2,5	5,10	0,305
2,75	5,52	0,276
3,00	5,90	0,250

z.	P(z).	V(z).	U(z).
1,5	0,910	0,442	0,281
2,0	0,734	0,594	0,541
2,5	0,558	0,701	0,869
3,0	0,406	0,805	1,249
3,5	0,287	0,868	1,666
4,0	0,198	0,909	2,110
4,5	0,136	0,939	2,572
5,0	0,092	0,962	3,047
5,5	0,061	0,973	3,511
6,0	0,015	0,983	4,020

CORRESPONDANCE.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les réseaux cycliques qui contiennent un système de géodésiques.* Note de M. C. Guichard, présentée par M. Darboux.

« J'emploierai, pour les surfaces rapportées à leurs lignes de courbures, les notations et formules suivantes : je désigne par u et v les paramètres des lignes de courbures, par MT, MS les tangentes en un point M de la surface quand u et v varient sur h respectivement; par T et S les seconds foyers des congruences (MT), (MS); par F et φ les centres de courbures des lignes MT, MS; il en résulte que les secondes tangentes des réseaux F et φ sont les droites FS et φT.

» Je représente le ds^2 de la surface par $h^2\,du^2 + l^2\,dv^2$; celui de la représentation sphérique par $a^2\,du^2 + b^2\,dv^2$.

» Je pose ensuite

$$m = \frac{1}{b}\frac{\partial a}{\partial v} = \frac{1}{l}\frac{\partial h}{\partial v},$$

$$n = \frac{1}{a}\frac{\partial b}{\partial u} = \frac{1}{h}\frac{\partial l}{\partial u}.$$

On sait qu'on a

$$(1) \qquad \frac{\partial m}{\partial v} + \frac{\partial n}{\partial u} + ab = 0.$$

Cela posé, je vais chercher dans quels cas le réseau F (ou ce qui revient au même, la congruence MT) est cyclique.

» Les cosinus directeurs de MT satisfont à l'équation

$$(2) \qquad \frac{\partial^2\theta}{\partial u\,\partial v} = \frac{1}{n}\frac{\partial n}{\partial u}\frac{\partial\theta}{\partial v} + mn\theta.$$

Pour que la congruence (MT) soit cyclique ([1]), il faut que l'on ait

$$1 = U^2 + n^2V^2.$$

» On peut toujours, par un changement de variables, multiplier n par une fonction quelconque de v; alors n sera une fonction de u seul.

([1]) *Sur les systèmes orthogonaux et cycliques* (*Annales de l'École Normale*, Chap. III; 1897-1898).

[M. Bianchi, *Sopra alcune nuove classi di superficie* (*Annali di Mathematica*, t. XVIII; 1855-1856).]

» Si $n = 0$, la surface M est une surface de Monge; ce cas n'offre aucun intérêt, le réseau F est tracé sur une développable.

» Si $n = 1$, le point F décrit une surface de Voss. J'ai étudié ce cas dans mon Mémoire *Sur les surfaces à courbure totale constante*, etc. (*Annales de l'École Normale;* 1890).

» Prenons le cas général, on peut supposer $n = u$. En prenant comme inconnue b, l'équation (1) donne

$$\frac{\partial}{\partial v}\left(\frac{1}{b}\frac{\partial^2 b}{\partial u\,\partial v}\right) + b\frac{\partial b}{\partial u} + u = 0. \tag{3}$$

C'est cette équation du troisième ordre qui permet d'obtenir la représentation sphérique des surfaces (M).

» L'équation (2) est à invariants égaux; si on la ramène à la forme canonique de M. Moutard, elle admettra trois solutions dont la somme des carrés est une fonction de u. Il en résulte que la congruence (MT) (ou le réseau F) est plusieurs fois cyclique. Donc :

» *Si un réseau* G *est* C, *il est* C *d'une infinité de manières.*

» Il est facile d'en déduire des propriétés des surfaces M. Soit F' un réseau applicable sur le réseau F; F' contiendra aussi un système de géodésiques; prenons sur la tangente à la géodésique une longueur F'M' = FM. Le point M' décrira une surface rapportée à ses lignes de courbure. Pour cette surface (M') on aura

$$h' = h\mathrm{U}, \qquad a' = a\mathrm{U}, \qquad m' = m\mathrm{U}.$$
$$l' = l, \qquad b' = b, \qquad n' = n\frac{1}{\mathrm{U}}.$$

» On en déduit immédiatement les résultats suivants :

» *A chaque surface* (M) *on peut faire correspondre une infinité de surfaces* (M') *telles que :*

» 1° *Les rayons de courbures correspondants sont égaux;*

» 2° *Les lignes de courbure u = const. ont même longueur;*

» 3° *Les lignes de courbure v = const. ont même rayon de courbure aux points correspondants.*

» La congruence (MT) étant plusieurs fois C, il y aura ∞^2 réseaux θ qui lui seront harmoniques; soit μ l'un de ces réseaux; la tangente μM à ce réseau est 2O. Réciproquement, si μ décrit un réseau O, dont une

tangente μt est 2O, il y aura sur μt deux points M et M' qui décrivent des réseaux O. La tangente au réseau M, qui est située dans le plan tangent à μ, décrit une congruence C dont le réseau focal M est O; donc le problème posé se ramène au suivant :

» *Trouver toutes les surfaces* (M) *telles que la tangente* (MT) *à l'une des lignes de courbure décrive une congruence* 2O.

» Le réseau F sera par conséquent un réseau G et 2O. Pour que la congruence (MT) soit 2O, il faut que l'équation (2) admette deux relations dont la somme des carrés est égale à l'unité; en appelant $\sin\varphi$ et $\cos\varphi$ ces deux relations, on trouve :

$$n = v\frac{\partial\varphi}{\partial v}, \qquad m = -\frac{1}{V}\frac{\partial\varphi}{\partial u}.$$

Le réseau H est donc *associé* à un réseau plan. (*Voir* ma Note sur les réseaux O associés : *Comptes rendus*, 1897.)

» On en déduit les propriétés suivantes de ces surfaces : *A chaque surface, qui est une solution du second problème, on peut faire correspondre une infinité de surfaces analogues, telles que :*

» 1° *Les rayons de courbures correspondants sont égaux ;*

» 2° *Les lignes de courbure* $v =$ const. *ont leurs axes correspondants proportionnels.* (Le rapport de proportionnalité ne peut pas devenir égal à 1.)

» On ne sait pas intégrer l'équation (3), mais on peut en trouver des solutions qui renferment une fonction arbitraire. Voici une solution qui est mise immédiatement en évidence par la Géométrie. Prenons sur une quadrique de révolution un système de géodésiques et leurs courbes conjuguées ; le réseau ainsi formé est G et 2O. Donc :

» *Les surfaces dont les normales touchent une quadrique de révolution sont des solutions du second problème.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les séries de Dirichlet.* Note de M. **Lerch**, présentée par M. Hermite.

« Il y a deux années, je me suis occupé des séries de Dirichlet

$$f(s) = \sum (l_{\nu+1} - l_\nu)\, l_{\nu+1}^{-1} l_\nu^{-s} \qquad (\nu = 0, 1, 2, \ldots),$$

en cherchant leur caractère analytique aux environs du point $s = 0$. Les

quantités l_0, l_1, l_2, ... ($\lim l_\nu = \infty$) sont supposées réelles, positives et rangées suivant grandeur. Dans deux cas, assez généraux, je suis parvenu à des résultats simples.

» 1° Supposons qu'il existe une quantité $\gamma (< 1)$ telle que le quotient $\frac{l_{\nu+1} - l_\nu}{l_{\nu+1}^\gamma}$ reste fini pour ν infini. Alors la différence $f(s) - \frac{1}{s}$ est une fonction régulière en tout point s situé à droite de l'ordonnée menée par le point $s = \gamma - 1$. La valeur de cette fonction au point $s = 0$ est égale à la limite

$$\lim_{n=\infty} \left(\sum_{\nu=0}^{n-1} \frac{l_{\nu+1} - l_\nu}{l_{\nu+1}} - \log l_n \right).$$

» Si la limite

$$\lim_{\nu=\infty} \frac{\log(l_{\nu+1} - l_\nu)}{\log l_{\nu+1}}$$

existe, elle jouera le rôle de γ; en particulier, si cette limite est infinie, la différence $f(s) - \frac{1}{s}$ est une transcendante entière. Tel est le cas où $l_\nu = \log(\nu + 2)$.

» Supposons $\lim_{\nu=\infty} \frac{l_{\nu+1}}{l_\nu} = c > 1$, et admettons que la quantité

$$c^{\gamma\nu} \left(\frac{l_{\nu+1}}{c l_\nu} - 1 \right)$$

reste finie pour ν infini.

» Alors la différence

$$f(s) - \frac{c-1}{c} \frac{l_0^{-s}}{1 - c^{-s}}$$

est une fonction régulière à tout point situé à droite de l'ordonnée menée au point $s = -\gamma$. En particulier, au point $s = 0$, la valeur de la fonction s'exprime par la limite

$$\frac{c-1}{c} \frac{\log l_0}{\log c} + \lim_{n=\infty} \left(\sum_{\nu=0}^{n=1} \frac{l_{\nu+1} - l_\nu}{l_{\nu+1}} - \frac{c-1}{c} \frac{\log l_n}{\log c} \right).$$

» La différence considérée est une transcendante entière, si l'on a

$$\lim_{\nu=\infty} \frac{\log \frac{c l_\nu}{|l_{\nu+1} - c l_\nu|}}{\nu \log c} = \infty.$$

» Le cas de $l_\nu = \nu + x$ qui est du premier type, conduit à la fonction gamma. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la polarisation vraie des diélectriques placés dans un champ électrique.* Note de M. **H. Pellat**, présentée par M. Lippmann.

« M. Bouty, dans son travail sur les condensateurs en mica (¹), a émis l'idée que les charges résiduelles et phénomènes connexes présentés par les condensateurs à diélectrique solide s'expliquaient en admettant un résidu dans la polarisation du diélectrique persistant après la disparition du champ.

» Pour rendre l'idée de M. Bouty indépendante de la théorie de la polarisation fictive (²), je dirai :

» *Un diélectrique* (solide ou liquide), *placé brusquement dans un champ électrique constant prend une polarisation, qui n'est pas instantanée, mais qui croît avec le temps et atteint asymptotiquement un maximum. Si le champ vient à cesser, la polarisation décroît et redevient nulle au bout d'un certain temps, théoriquement infini.*

» Cette idée, ainsi précisée, constitue-t-elle une simple hypothèse, commode pour expliquer les phénomènes résiduels, ou est-elle l'expression d'une réalité?

» L'expérience suivante donne une preuve directe de l'existence d'une semblable polarisation.

» Rappelons d'abord qu'un corps, primitivement à l'état neutre, puis polarisé, reste à l'état neutre à son intérieur et ne manifeste que des charges électriques superficielles positives sur une face, négatives sur l'autre, égales en valeur absolue; en outre, si l'on vient à couper le corps polarisé, *les nouvelles faces obtenues par la rupture présentent des charges électriques égales et de signes contraires.* C'est ce dernier point qui constitue précisément le fait de la polarisation.

» J'ai opéré sur l'ébonite. Pour diverses raisons, on ne pouvait songer à fendre avec une scie un bloc d'ébonite pour constater sa polarisation.

(¹) *Journal de Physique*, 2ᵉ série, t. IX, p. 288; 1890.

(²) J'ai reconnu que le cas indiqué dans ma dernière Note (p. 1218) peut être expliqué par la théorie de la polarisation fictive. Mais, quand même cette théorie s'accorderait avec tous les phénomènes, ce qui n'est pas prouvé, elle n'en serait pas moins une théorie hypothétique inutile, comme je l'ai montré dans mon Mémoire *Sur l'Électrostatique non fondée sur les lois de Coulomb*, et, par conséquent, elle doit être abandonnée, à mon avis.

J'ai donc fendu le bloc à l'avance, c'est-à-dire que j'ai pris deux plaques d'ébonite (10^{cm}, 7^{cm}, 1^{cm}), taillées dans un même morceau et rodées, de façon qu'elles puissent s'appliquer exactement l'une sur l'autre en reconstituant le bloc primitif. Un manche en ébonite, fixé à chacune d'elles, permettait de les manier.

» Après désélectrisation préalable, ces plaques, mises en contact de façon à constituer un bloc, étaient placées horizontalement entre les armatures horizontales d'un condensateur plan A. Des feuilles d'ébonite, collées sur les faces en regard de ces armatures et débordant celles-ci, protégeaient les plaques contre l'électrisation par aigrettes. Ce condensateur était chargé par le jeu d'un commutateur de grandes dimensions qui mettait en rapport les armatures de celui-ci avec celles d'une batterie chargée. On créait ainsi brusquement un champ électrique, dont les lignes de forces étaient perpendiculaires aux faces des plaques. On laissait agir ce champ pendant un temps qui a varié de trente à cent vingt secondes; puis, ayant ramené les armatures au même potentiel, on enlevait la plaque supérieure; elle était immédiatement placée entre les armatures planes et verticales d'un petit condensateur B, celles-ci étant juste distantes de la quantité nécessaire pour que la plaque puisse être introduite sans frottement; l'une des armatures communiquait avec une conduite de gaz, l'autre avec l'aiguille d'un électromètre dont les quadrants étaient chargés par les pôles d'une pile reliée en son milieu à la conduite de gaz. On voyait aussitôt l'aiguille dévier dans un certain sens; si l'on retournait la plaque face pour face dans le condensateur B, l'aiguille déviait dans l'autre sens, indiquant que les deux faces de la plaque d'ébonite étaient chargées d'électricité de signes contraires. A chaque retournement de la plaque, la déviation changeait de sens; mais ces déviations diminuaient avec le temps et, au bout de trois ou quatre minutes, devenaient insensibles. Dans la plupart des expériences, avant d'introduire la plaque dans le condensateur B, on la plaçait dans un petit cylindre de Faraday, formé d'une boîte rectangulaire en clinquant, juste assez large pour recevoir la plaque sans frottement, communiquant avec l'aiguille de l'électromètre et bien isolé. Or, dans plusieurs expériences, la charge totale de la plaque mesurée ainsi fut trouvée nulle ou insignifiante, tandis que, en mettant ensuite la plaque dans le condensateur B, on avait une déviation de toute la longueur de l'échelle, au premier moment.

» Ces expériences ne laissent aucun doute sur l'état de polarisation du bloc d'ébonite dont la plaque représente la moitié. Il est impossible d'ex-

pliquer ce phénomène par une conductibilité dans la masse ou par la surface, car la plaque aurait eu une charge totale déterminée, positive ou négative suivant le sens du champ, constatable par le cylindre de Faraday. Du reste, une étude que j'ai faite de la conductibilité de l'ébonite, sur les plaques mêmes qui m'avaient servi, a montré qu'elle était beaucoup trop faible pour produire les phénomènes observés.

» Les conséquences de cette polarisation des diélectriques se produisant conformément à l'énoncé donné en tête de cette Note, et qu'on pourrait appeler la *loi de la polarisation*, sont nombreuses et importantes; elles seront l'objet d'un Mémoire. Je signalerai, en particulier, que les trois lois trouvées expérimentalement, par M. Jacques Curie, pour la conductibilité apparente des diélectriques, s'obtiennent, *a priori*, en partant de cette loi de la polarisation. En s'appuyant sur le fait que le pouvoir inducteur spécifique, mesuré par les méthodes ordinaires, devient constant dès que le temps pendant lequel le diélectrique est soumis à l'action du champ est suffisamment petit, le Mémoire montrera que, conformément à l'énoncé de la loi, *la polarisation n'est pas instantanée*. Enfin, plusieurs relations susceptibles de vérifications expérimentales numériques y seront établies. »

PHYSIQUE. — *Polymérisation des vapeurs anomales : peroxyde d'azote et acide acétique*. Note de M. **A. Leduc**, présentée par M. Lippmann.

« J'ai montré [1] que la variation de la densité du chlore avec la température, dans les limites où elle a pu être déterminée avec quelque certitude, est en parfait accord avec la théorie des états correspondants, et qu'il n'y a nullement lieu d'invoquer la dissociation de la molécule du chlore pour expliquer ces variations, si grandes qu'elles aient pu paraître.

» I. *Peroxyde d'azote*. — Tout autre est le cas de l'hypoazotide (Az^2O^4) dont la molécule se dédouble nettement à mesure qu'on élève la température ou qu'on diminue la pression, ainsi que nous allons le voir en étudiant les expériences de M. Natanson [2].

» J'ai cherché d'abord à représenter par des courbes la densité de cette vapeur en fonction de la pression, pour chacune des températures auxquelles une série d'expé-

---

(1) A. Leduc, *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 937.

(2) *Annalen der Physik und Chemie*, 2e série, t. XXVII, p. 614.

riences a été exécutée. Or, malgré le soin qui paraît avoir été apporté à ce travail difficile, les points qui correspondent aux faibles pressions ($p < 10^{cm}$ de mercure, par exemple), même aux températures moyennes, forment des constellations trop diffuses pour être utilisées.

» Quant aux expériences faites au-dessus de 100°, leurs difficultés se traduisent par une incohérence encore plus grande des résultats. J'ai donc dessiné tout d'abord la courbe des *densités calculées* [1], c'est-à-dire obtenues au moyen de mes formules en supposant qu'il n'y ait point polymérisation.

» Il est clair que la courbe expérimentale doit se confondre avec celle-ci lorsque la dissociation est complète et se tenir au-dessus d'elle dans le cas contraire et s'en écarter de plus en plus à mesure que la pression augmente.

» Une difficulté particulière se présente ici : nous ne connaissons que la température critique de ce corps, et il est impossible de savoir à quelle série il appartient. Mais, après quelques essais, j'ai reconnu que l'ensemble des résultats obtenus aux températures élevées s'accorde bien avec cette double hypothèse : AzO^2 appartient à la série normale et sa pression critique est de 130^{atm} environ (point critique : 171° d'après M. Nadejdine). Il est bon de dire qu'une erreur de 10^{atm} n'altérerait que de 0,0003 les densités à 151°; elle influerait davantage sur les densités aux températures inférieures, mais non sur les conclusions.

» J'ai rapproché dans le Tableau ci-après un certain nombre de *densités expérimentales* D (relevées en général sur les courbes et non directement dans les Tableaux), des *densités calculées d*. J'en ai déduit ensuite la fraction f de substance polymérisée, en admettant que la densité de Az^2O^4 fût exactement double de celle de AzO^2,

$$f = \frac{2(D - d)}{D}. \qquad (1)$$

t.	p.	d.	D observé.	f.	ϖ.	D calculé.
°	cm					
−12,6	11,5	1,5932	2,944	0,920	0,3	»
0	11,5	1,5922	2,735	0,836	1	»
	25	1,5982	2,902	0,899		
21	58	1,6030	2,724	0,823	7,5	»
49,7	11,5	1,5910	1,820	0,252	65	1,791
	25	1,5932	1,954	0,370		1,958
	58	1,5996	2,204	0,548		2,180
73,7	11,5	1,5902	1,660	0,084	275	1,653
	25	1,5917	1,720	0,149		1,715
	58	1,5960	1,838	0,263		1,838

[1] A. Leduc, *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 703, et *Annales de Chimie et de Physique*; septembre 1898.

t.	p.	d.	D observé.	f.	ϖ.	D calculé.
99,8	11,5	1,5896	1,615	0,031	1072	1,605
	25	1,5908	1,632	0,050		1,626
	58	1,5940	1,672	0,093		1,672
	76	1,5958	1,695	0,117		1,695
151,4	11,5	1,5890	1,5907	inappréciable	∞	»
	47,5	1,5907	1,5882			
	66,6	1,5923	1,5927			
	76	1,5930	»			

» *Application de la théorie de M. Gibbs.* — MM. Natanson ainsi que plusieurs autres savants ont essayé de relier leurs résultats au moyen des formules relatives à la dissociation. Ces tentatives faites au moyen de données expérimentales assez incertaines et de la densité *théorique* (constante) ne pouvaient fournir que des indications grossières. Nous pouvons faire beaucoup mieux.

» 1° *Température constante.* — La formule de Guldberg et Waage se réduit ici à

$$(2) \qquad \frac{p_1^2}{p_2} = \varpi \text{ (const.)}.$$

» On en déduit aisément, au degré d'approximation que comporte la théorie (pression totale $p = p_1 + p_2$),

$$(3) \qquad \varpi = p\frac{(2d - \mathrm{D})^2}{d(\mathrm{D} - d)},$$

$$(4) \qquad \mathrm{D} = d\left[2 + \frac{\varpi}{2p} - \sqrt{\frac{\varpi}{2p}\left(2 + \frac{\varpi}{2p}\right)}\right].$$

» J'ai inscrit dans le Tableau ci-dessus les valeurs de ϖ aux températures $\leqq 100°$, puis quelques densités ($\mathrm{D}_{\mathrm{cal}}$), déduites de la formule (4). L'accord avec l'expérience peut être jugé satisfaisant.

» 2° *Influence de la température.* — D'après M. Gibbs, la valeur de ϖ serait liée à la température par la formule

$$(5) \qquad \log\varpi = a + b\log\mathrm{T} + \frac{c}{\mathrm{T}}.$$

» Or il ne paraît pas douteux que ϖ tende vers 0 pour une température peu inférieure à $-13°$ ($\mathrm{T} = 260$) et non pour $\mathrm{T} = 0$, et qu'il augmente indéfiniment aux approches d'une température voisine de 151°, et qui ne paraît point supérieure, en tous cas, au point critique,

» *Conclusion.* — On ne peut donc point dire que la théorie de M. Gibbs soit pleinement confirmée par les expériences de M. Natanson. Mais il faut bien se garder de déclarer, avec ces auteurs, que cette théorie est en désaccord avec les faits, même en ce qui concerne les observations à température constante. Cette conclusion inexacte a été amenée surtout par la considération de la densité théorique, constante, au lieu de la densité calculée d, qui dépend de la température et de la pression.

» II. *Acide acétique.* — Un calcul semblable au précédent, effectué d'après les données de Cahours, d'une part, et de M. Horstmann, d'autre part, montre que la fraction f atteint à 130°, sous la pression atmosphérique, 0,62 suivant l'un et 0,63 suivant l'autre, en admettant qu'il y ait *gémination* des molécules. Au point d'ébullition (118°,5), on aurait $f = 0,72$.

» Aux températures plus élevées, les nombres de Cahours sont nettement inférieurs aux densités calculées (à 250° : $D = 2,08$ tandis que $d = 2,092$) et par suite inacceptables.

» Ceux de Horstmann demeurent au contraire $> d$, et indiquent que la dissociation totale n'a lieu que vers 275° ou 300°, quoique très probablement avant le point critique.

» *Remarque.* — Aux températures basses, l'hypoazotide liquide est formé uniquement de molécules géminées; à la température ordinaire, c'est un mélange de molécules simples et de molécules doubles, dans lequel les premières sont de plus en plus nombreuses à mesure que la température s'élève. C'est ce second cas qui se présente pour l'acide acétique à la température d'ébullition normale.

» *Conséquence.* — Ces calculs conduisent à la valeur $i = 1,02$ pour le *coefficient isotonique* des solutions acétiques très diluées, d'après les expériences de M. Raoult (moyenne). Ce nombre, quoique différant un peu de celui calculé par ce savant, est conforme à ses conclusions ($i = 1$) si l'on tient compte du degré d'approximation des expériences ébullioscopiques. »

PHYSIQUE. — *Sur la mesure en longueurs d'onde des dimensions d'un cube de quartz de 4*^{cm} *de côté.* Note de MM. **Ch. Fabry, J. Macé de Lépinay** et **A. Perot**, présentée par M. A. Cornu.

« Le cube dont nous nous sommes proposé de mesurer les dimensions est le cube de quartz qui a déjà été étudié par M. Macé de Lépinay en vue

de la détermination du kilogramme par une méthode basée sur l'observation des franges de Talbot et la mesure de l'indice du quartz ([1]). Nous avons employé la méthode interférentielle précédemment décrite par deux d'entre nous ([2]). La mesure était simplifiée par cette circonstance particulière que l'on avait déjà une valeur très approchée des longueurs à mesurer, de telle sorte que l'observation d'une coïncidence des franges vertes et rouges du cadmium suffit pour fixer sans ambiguïté leurs numéros d'ordre.

» Rappelons en quelques mots le principe de la méthode : on comprend le solide à mesurer entre deux plans de verre argenté A, A', de telle façon que les faces a, a' du solide soient parallèles à ces plans. L'épaisseur d'air comprise entre A et A' est alors la somme de l'épaisseur du solide et de celles des deux lames d'air aA et a'A' comprises entre les faces a, a' et les plans A, A'. Le solide étant interposé entre les plans sur leur moitié inférieure seulement, on peut, en opérant sur les moitiés supérieures de ceux-ci, mesurer l'intervalle AA' par des opérations déjà décrites, l'un des plans étant mobile par flexion. Les petites épaisseurs aA et a'A' sont mesurées à l'aide de *lames étalons* par l'observation de franges de superposition.

» L'orientation de la face a du solide relativement au plan A est réglée par l'observation de franges en lumière monochromatique (arc au mercure); celle des deux plans est obtenue d'abord par l'observation d'images par réflexions multiples, et finalement par celle des anneaux à l'infini ; la symétrie parfaite de ce système d'anneaux permet de vérifier à chaque instant, avec un haut degré de précision, que les deux surfaces argentées sont exactement parallèles, seule condition nécessaire pour que la mesure soit correcte. Enfin, les intervalles aA et a'A' sont amenés à l'épaisseur voulue (50μ à 100μ), en déplaçant parallèlement le cube et le plan A'.

» Ces réglages faits, il suffit que deux observateurs mesurent simultanément l'un l'intervalle AA', l'autre les distances aA et a'A'. Ces dernières sont déterminées à 1^{mm} de la face supérieure du cube, à l'aplomb d'un repère placé sur cette face. On voit que l'on mesure une dimension bien déterminée du solide. La méthode s'appliquerait en toute rigueur à un solide à faces peu régulières : il ne serait pas nécessaire qu'il fût transparent.

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XI, p. 102; 1897.
([2]) *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XVI, p. 289; 1899.

» Le premier observateur amène les anneaux à un aspect bien déterminé; le second lit aussitôt les positions des deux franges blanches de coïncidence sur la lame étalon, et, de suite, le premier vérifie que l'aspect des anneaux est resté le même. Ils déterminent alors simultanément, l'un le numéro d'ordre de l'anneau choisi, l'autre les épaisseurs de la lame étalon par une observation à la lumière du cadmium.

» L'ensemble de la mesure est ainsi fait en quelques secondes, et donne dans tous les cas la *valeur actuelle* de l'épaisseur cherchée. Il faut seulement que la variation de température soit assez lente pour que celle du cube puisse être exactement connue; des écrans enveloppant l'appareil ont été utilisés dans ce but.

» Voici les résultats d'une série de mesures effectuées sur une même dimension :

Épaisseur (1-4-6) *à zéro, en microns.*

	$40106{,}89^{\mu}$
	40106,84
	40106,78
Moyenne...	40106,84

» Les nombres obtenus ont été toujours inférieurs, de $0^{\mu},24$ à $0^{\mu},40$, à ceux donnés par M. Macé de Lépinay. Une erreur par défaut de 4 unités du sixième ordre décimal sur l'indice suffit à expliquer cette divergence [1].

» De pareilles mesures absolues doivent nécessairement être complétées par des mesures différentielles ayant pour but d'étudier les variations d'épaisseur d'un point à l'autre de chacun des trois couples de faces. C'est ce qu'avait déjà fait M. Macé de Lépinay au moyen des franges de Talbot. Nous nous proposons de reprendre ces mesures par une autre méthode interférentielle plus directe et plus sensible. »

---

(1) Cette divergence est due vraisemblablement à une erreur systématique dans le réglage par autocollimation des tirages de la lunette et du collimateur. Dans un travail de revision entrepris par M. Macé de Lépinay et encore inachevé, la méthode de réglage adoptée, plus précise, repose sur ce fait que, si les tirages sont exacts, la somme des angles mesurés d'un prisme équilatéral bien taillé doit être trouvée égale à 180°.

OPTIQUE. — *Points de Bravais et pôles.* Note de M. **Pierre Lefebvre**, présentée par M. Lippmann [1].

« Dans une Note présentée récemment à l'Académie, j'ai montré l'existence, dans un système optique centré, de points remarquables auxquels j'ai donné le nom de *pôles du système* et dont l'existence est corrélative de celle des points de Bravais. Entre les pôles et les points de Bravais existent de nombreuses relations; j'en citerai quelques-unes qui permettent de rechercher les premiers en se servant des constructions et calculs faits pour rechercher les autres.

» H étant la constante de la relation de Newton entre les foyers et les points conjugués

$$\overline{FB}.\overline{F'B'} = -H,$$

nous avons vu que H était le carré de la distance d'un foyer à un pôle; c'est aussi le produit des distances des points de Bravais au foyer. Il en résulte immédiatement, d'après les propriétés des faisceaux de circonférences orthogonales que :

» *Une circonférence* C (*ou une droite*) *passant par les points de Bravais et une circonférence* Γ (*ou une droite*) *passant par deux pôles et située dans le même plan se coupent orthogonalement* [2].

» Dans les constructions géométriques, l'une des deux paires de points est déterminée, en général, par l'intersection de deux circonférences (ou une circonférence et une droite). Si les deux lignes ne se coupent pas, les circonférences et droite orthogonales se couperont, au contraire, réellement et détermineront les points corrélatifs.

» A la propriété géométrique précédente correspond la propriété métrique suivante :

» *La distance d'un point quelconque de l'axe à un pôle est moyenne géométrique de ses distances aux points de Bravais.*

» D'autre part, la droite qui joint les pôles est évidemment équidistante des points de Bravais. Donc :

» *La distance d'un point quelconque de l'axe à la droite qui joint les pôles est moyenne arithmétique de ses distances aux points de Bravais.*

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 930.

(2) Les points de Bravais et les pôles sont les sommets d'un losange ayant pour côtés des droites isotropes. Ces côtés ont une longueur nulle.

» De ces deux dernières propriétés résulte que les calculs faits pour la recherche des points de Bravais pourront être utilisés immédiatement à la recherche des pôles. En effet, la première paire de points sera définie, en général, par une équation du second degré donnant les distances des points de Bravais à une origine prise sur l'axe. Les pôles seront complètement et simplement définis par les coefficients mêmes de l'équation; le produit des racines sera, d'après l'une de ces propriétés, le carré de la distance de l'origine au pôle; la somme des racines, d'après l'autre, sera le double de la distance de la ligne des pôles à l'origine.

» Nous allons appliquer ces relations à la question suivante d'ordre très général, car c'est au fond le problème général de la recherche des pôles :

» Étant donnés deux systèmes optiques de même axe par la position de leurs foyers F_1, F'_1, F_2, F'_2 et la valeur des constantes H_1 et H_2 relatives aux systèmes, et supposant qu'ils superposent leurs effets, trouver les conditions pour que le système résultant ait des pôles et définir la position de ces pôles.

» Soient B_1 un point de l'axe, B son image par rapport au premier système, B_2 l'image définitive par rapport au second,

$$\overline{F_1 A_1} . \overline{F'_1 B} = - H_1, \qquad \overline{F_2 B} . \overline{F'_2 B_2} = - H_2.$$

» Les points de Bravais S s'obtiendront en exprimant que B_1 et B_2 coïncident en S

$$\overline{F'_1 F_2} . \overline{F_1 S}^2 - (\overline{F_1 F'_2} . \overline{F'_1 F_2} + H_2 - H_1) \overline{F_1 S} - H_1 \overline{F_1 F'_2} = 0.$$

» Le produit des distances de F_1 aux points de Bravais sera donc

$$- H_1 \frac{\overline{F_1 F'_2}}{\overline{F'_1 F_2}}.$$

» Donc si ω est un pôle du système résultant

$$\overline{F_1 \omega}^2 = - H_1 \frac{\overline{F_1 F'_2}}{\overline{F'_1 F_2}}$$

et de même

$$\overline{F'_2 \omega}^2 = - H_2 \frac{\overline{F_1 F'_2}}{\overline{F'_1 F_2}}.$$

» La position du pôle est ainsi définie par ses distances aux foyers extrêmes F_1, F'_2. $\overline{F_1\omega}$ et $\overline{F'_2\omega}$ ne sont réels que si :

» 1° H_1 et H_2 sont de mêmes signes, c'est-à-dire si le système résultant comporte un nombre pair de réflexions ou aucune ;

» 2° $\overline{F_1F'_2}$ et $\overline{F'_1F_2}$ sont des segments de même sens si H_1 et H_2 sont négatifs, de sens contraire si H_1 et H_2 sont positifs.

» Il faudra, en outre, pour que le pôle ω soit réel, que l'on puisse former un triangle avec $F_1\omega$, $F'_2\omega$ et $F_1F'_2$. On pourra alors former aussi un triangle avec les longueurs proportionnelles

$$\sqrt{\mp H_1}, \quad \sqrt{\mp H_2}, \quad \sqrt{\pm \overline{F_1F'_2}.\overline{F'_1F_2}}$$

(les signes se correspondant). Ce dernier triangle construit, on construira sur $F_1F'_2$ le triangle semblable [1].

» Les formules et règles précédentes sont immédiatement applicables aux lentilles épaisses, aux systèmes de deux lentilles minces ou épaisses, aux systèmes de deux miroirs.

» En particulier, dans un système de deux miroirs (considéré comme donnant lieu à une réflexion sur chaque miroir), on voit de suite que le pôle sera donné par le troisième sommet du triangle ayant la distance des foyers comme base et les distances focales correspondantes pour côtés. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le dosage du phosphure d'hydrogène dans les mélanges gazeux.* Note de M. A. **Joannis**.

« Le dosage du phosphure d'hydrogène peut s'effectuer, comme on le sait, en absorbant ce gaz soit par le chlorure cuivreux en solution chlorhydrique, soit par une dissolution de sulfate de cuivre. On préfère d'ordinaire ce dernier procédé parce que le chlorure cuivreux attaque le mercure. L'emploi du sulfate présente certaines particularités. Si l'on met, par exemple, en présence de 2 molécules de sulfate de cuivre en solution, un mélange contenant 2 molécules de phosphure d'hydrogène, on observe

(1) F_1 et F'_2 étant évidemment deux points conjugués, l'angle caractéristique a son cosinus donné par la relation

$$\cos^2 \overline{F_1\omega F'_2} = \frac{\mp(H_1 + H_2 + \overline{F_1F'_2}.\overline{F'_1F_2})}{4\sqrt{H_1H_2}}.$$

les faits suivants : au début, l'absorption est insensible, puis la dissolution verdit un peu et presque aussitôt un louche brun puis un précipité noir ne tardent pas à apparaître; à partir de ce moment, l'absorption lente au début, devient rapide par l'agitation et l'on reconnaît bientôt que la solution des 2 molécules de sulfate a absorbé $1^{mol},5$ de phosphure; il reste donc un excès de ce gaz; quelques secondes après le volume du gaz restant se met à augmenter assez rapidement parce qu'il se dégage un gaz qui est du phosphure d'hydrogène sensiblement pur; il s'en dégage $0^{mol},5$; si l'on fait alors passer dans l'éprouvette une nouvelle dose de sulfate de cuivre et qu'on agite, c'est immédiatement cette fois que commence l'absorption du phosphure d'hydrogène restant. Si, au contraire, on emploie du premier coup une quantité de sulfate de cuivre suffisante (plus de 2 molécules pour 1 molécule de phosphure) le gaz est absorbé totalement sans phénomène de dégagement postérieur. En outre, le résultat de l'analyse est un peu différent; voici, par exemple, les proportions obtenues en analysant par quatre procédés différents [1] un même phosphure d'hydrogène contenant comme impuretés de petites quantités d'azote et d'hydrogène :

	I.	II.	III.	IV.
Phosphure d'hydrogène....	99,03	99,32	99,34	98,09
Azote (par différence).....	0,34	0,34	0,33	1,32
Hydrogène...............	0,63	0,34	0,33	0,34
Oxygène.................	0,00	0,00	0,00	0,25
	100,00	100,00	100,00	100,00

» L'examen de ces diverses analyses montre que, pour avoir des dosages exacts de phosphure d'hydrogène et d'hydrogène avec le sulfate de cuivre, il est indispensable d'employer ce réactif immédiatement en excès; sans cette précaution on trouve toujours moins de phosphure d'hydrogène et plus d'hydrogène qu'il n'y en a.

» La quantité de phosphure d'hydrogène ($1^{mol},5$) primitivement absorbée par 2 molécules de sulfate de cuivre indique la formation d'un composé très instable qui se détruit en quelques secondes en dégageant du phos-

(1) Voici ces quatre procédés : I. Dosage par le sulfate de cuivre employé en dose d'abord insuffisante; II. Dosage par le sulfate de cuivre employé immédiatement en excès; III. Dosage par le chlorure cuivreux en solution chlorhydrique; IV. Dosage par l'eau bromée; la trop forte proportion d'azote ainsi que la quantité d'oxygène trouvée sont dues à ce que ce dosage se fait après transport sur la cuve à eau; l'air dissous se dégage en partie et se mêle au résidu.

phure d'hydrogène, des traces d'hydrogène et en donnant le composé P^2Cu^5, H^2O étudié par M. Rubénovitch (*Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 270).

» Il existe, d'autre part, un certain nombre de mélanges gazeux contenant du phosphure d'hydrogène où ce gaz ne peut être dosé par le sulfate de cuivre; ce sont ceux qui contiennent des gaz absorbables par les sels cuivreux, comme l'oxyde de carbone, l'acétylène et l'oxygène, bien que ces gaz seuls soient sans action sur le sulfate de cuivre. Cela peut faire supposer que l'action première du phosphure d'hydrogène sur le sulfate de cuivre est une réduction à l'état de composé cuprosocuprique ou à l'état de composé cuivreux : celui-ci réagit ensuite sur l'oxyde de carbone, l'acétylène ou l'oxygène ([1]).

» Les mélanges de phosphure d'hydrogène et de gaz non absorbables par les sels cuivreux ne sont pas non plus absorbés en totalité par le sulfate de cuivre; le phosphure d'hydrogène seul disparaît. Je l'ai vérifié pour les gaz suivants : azote, hydrogène, méthane, oxyde azoteux et oxyde azotique; l'éthylène, qui est assez notablement soluble dans le chlorure cuivreux ammoniacal pour que sa séparation d'avec l'acétylène soit assez délicate et exige les précautions indiquées depuis longtemps par M. Berthelot (*Ann. de Ch. et Phys.*, 4e série, t. IX, p. 440), se comporte aussi d'une façon intermédiaire vis-à-vis du sulfate de cuivre quand il est mélangé de phosphure d'hydrogène; il est peu à peu absorbé mais beaucoup plus lentement que l'acétylène.

» Voici quelques résultats obtenus avec des mélanges formés de phosphure d'hydrogène et de l'un des gaz suivants : oxyde de carbone, acétylène, oxygène et éthylène.

» 1° *Phosphure d'hydrogène et oxyde de carbone.* — Dans une expérience où l'on avait mis en présence de 5^{cc} d'une solution concentrée de sulfate de cuivre un mélange de $8^{cc},9$ de phosphure d'hydrogène et de $52^{cc},9$ d'oxyde de carbone, après une agitation prolongée, il ne resta plus que $6^{cc},5$ d'un gaz contenant surtout de l'oxyde de carbone ($5^{cc},7$). Le volume de l'oxyde de carbone absorbé fut donc plus de cinq fois plus considérable que celui du phosphure d'hydrogène employé. Des expériences que je poursuis en ce moment montrent qu'il s'est formé, dans ces conditions,

---

([1]) Ces trois gaz ne se comportent pas exactement de même : si l'on absorbe du phosphure d'hydrogène pur par du sulfate de cuivre et que l'on mette *ensuite* en présence de la liqueur et du précipité qu'elle contient en suspension de l'acétylène ou de l'oxygène, ces gaz sont absorbés, le premier rapidement, le second plus lentement; l'oxyde de carbone, au contraire, n'est pas absorbé sensiblement dans ces conditions.

un composé cuivreux qui s'est combiné à l'oxyde de carbone. Des phénomènes analogues mais un peu différents se produisent si l'on emploie une solution ammoniacale de sulfate de cuivre; l'absorption est plus rapide ([1]).

» 2° *Phosphure d'hydrogène et acétylène.* — En présence de 5^{cc} d'une solution de sulfate de cuivre, on a mis 52^{cc} d'un mélange contenant 40^{cc} d'acétylène et 12^{cc} de phosphure d'hydrogène. L'absorption n'a pas lieu immédiatement; on observe à peu près les mêmes phénomènes qu'avec le phosphure d'hydrogène pur; la solution de cuivre verdit un peu, puis l'absorption commence; on constate alors, en agitant l'éprouvette à plusieurs reprises, qu'après un quart d'heure, le volume n'est plus que de 4^{cc}; l'absorption ne semble d'ailleurs pas terminée, mais elle ne se produit plus que très lentement; un excès de sulfate de cuivre peut donc, en présence de 12^{cc} de phosphure d'hydrogène, absorber au moins 36^{cc} d'acétylène, soit trois fois le volume du premier gaz. Le précipité obtenu, au lieu d'être noir comme dans le cas du phosphure d'hydrogène pur ou mélangé d'oxyde de carbone, est d'un brun rouge.

» 3° *Phosphure d'hydrogène et oxygène* ([2]). — L'action du sulfate de cuivre sur un pareil mélange ne peut être étudiée comme précédemment. On sait que ce mélange détone facilement par des variations peu considérables, mais brusques, de pression; je l'ai vu même détoner plusieurs fois spontanément après quelque temps; on ne pouvait donc pas agiter ce mélange au contact du sulfate de cuivre : on l'a abandonné à lui-même, aussi l'absorption est-elle beaucoup plus grande. Dans une expérience, on a mis 37^{cc} de phosphure d'hydrogène et 9^{cc} d'oxygène; après une heure, il restait encore 22^{cc}, par conséquent, tout le phosphure n'était pas absorbé; après deux heures, il ne restait plus que 6^{cc}, par conséquent une partie de l'oxygène (3^{cc} au moins et davantage si le gaz de l'éprouvette contenait encore du phosphure d'hydrogène) avait été absorbée.

» 4° *Phosphure d'hydrogène et éthylène.* — On a traité 3^{cc} d'une solution assez concentrée de sulfate de cuivre par un mélange de $6^{cc},1$ de phosphure d'hydrogène et de $13^{cc},4$ d'éthylène; on agite à plusieurs reprises; l'absorption est lente, mais nette; après une demi-heure, on a mis fin à l'expérience, il ne restait plus que $2^{cc},8$ d'éthylène et l'absorption n'était pas terminée.

» Il résulte donc de ces expériences que le sulfate de cuivre ne peut être employé pour doser le phosphure d'hydrogène dans les mélanges gazeux, qu'en l'absence des gaz absorbables par les sels cuivreux et que, dans ce cas, l'on doit employer dès le début une dose suffisante de réactif, plus de 2 molécules de sulfate pour une de phosphure (par exemple 1^{cc} de solution saturée pour 10^{cc} de gaz). »

([1]) L'analyse d'un mélange de phosphure d'hydrogène et d'oxyde de carbone peut se faire par l'eau bromée qui fait disparaître le premier gaz.

([2]) L'analyse de ce mélange peut se faire en absorbant l'oxygène par le pyrogallate de potassium.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Séparation et dosage de traces de chlore en présence d'un très grand excès de bromure.* Note de M. **H. Baubigny**, présentée par M. Troost.

« Si divers savants ont constaté la mise en liberté de petites quantités de chlore par l'action du brome sur les chlorures, y compris ceux des métaux alcalins, il résulte, d'autre part, de mes recherches que ce phénomène, possible même sous l'influence d'une minime proportion de brome à la température ordinaire, ne paraît se produire que lorsque la solution atteint ou excède une certaine richesse en chlorure : du moins dans les conditions que j'ai fait connaître pour la séparation du chlore et du brome. Dans une liqueur diluée et relativement pauvre en chlorures, ces sels semblent n'éprouver aucune altération malgré la présence de grandes masses de brome libre.

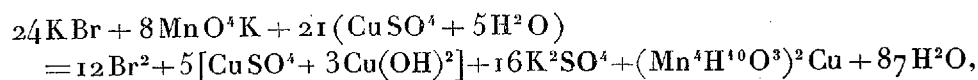
» J'ai été ainsi conduit à chercher la solution de la question qui m'occupe dans un décalque de la méthode générale.

» L'étude a été faite avec les sels alcalins, parce que toujours on peut y ramener le problème; du reste, rien ne s'oppose en principe à ce que la méthode s'applique à ceux des autres métaux, quand leurs sels sont solubles.

» Le premier point à établir était la pureté des réactifs employés. Or 12^{gr} de MnO^4K ne m'ont donné, après quarante-huit heures de repos, que $0^{gr},0013$ de AgCl, soit $0^{gr},0001$ par gramme, et en opérant de même avec 25^{gr} de sulfate de cuivre, je n'ai pu observer le moindre dépôt de chlorure d'argent.

» Il fallait aussi s'assurer de l'absence de chlore dans le bromure. En vue de cette recherche, j'ai cru ne pouvoir mieux faire que de soumettre ce bromure au procédé lui-même, pour me fixer *a priori, si possible,* sur la valeur de ce dernier.

» Étant donné que le mode de décomposition des bromures est résumé dans l'équation établie antérieurement (¹) par M. P. Rivals et par moi :



$$24KBr + 8MnO^4K + 21(CuSO^4 + 5H^2O)$$
$$= 12Br^2 + 5[CuSO^4 + 3Cu(OH)^2] + 16K^2SO^4 + (Mn^4H^{10}O^9)^2Cu + 87H^2O,$$

(¹) *Comptes rendus,* t. CXXIV, p. 975.

il en résulte que pour 6^{gr} de KBr, par exemple, il faut en nombres ronds : $2^{gr},65$ de MnO^4K et 11^{gr} de $CuSO^4 + 5H^2O$.

» Nous avons vu en outre qu'il faut au moins 7^{gr} à 8^{gr} de $CuSO^4 + 5H^2O$ et $0^{gr},35$ de MnO^4K par 50^{cc} de liquide pour que l'oxydation totale de petites quantités de bromure s'achève rapidement. Pour un poids de 6^{gr} de KBr en solution dans un volume qu'on ramènera *finalement* à 50^{cc}, on est ainsi amené à prendre 18^{gr} $(11 + 7)$ de $CuSO^4 + 5H^2O$ et 3^{gr} $(2,65 + 0,35)$ de MnO^4K.

» J'ai donc dissous les 6^{gr} de KBr, *dits purs*, du commerce et la totalité du sel de cuivre dans un excès d'eau (de 110^{cc} à 120^{cc}). De plus, pour ne soumettre le mélange qu'à une oxydation progressive et ménagée, je n'ai ajouté tout d'abord qu'une fraction ($2^{gr},5$) du permanganate nécessaire. Cela, en vue de permettre au chlore déplacé, si le fait devait se produire malgré toute invraisemblance dans pareilles conditions de dilution du chlorure, de réagir sur la réserve de bromure et de parer ainsi à toute perte de Cl par sa rentrée en combinaison.

» Dès l'addition des $2^{gr},5$ de permanganate, il s'est dégagé d'abondantes vapeurs de brome, dont j'ai enlevé la majeure partie, à froid d'abord, par un courant d'air, puis finalement à 100°, en y portant peu à peu l'eau du bain-marie. Moins de dix minutes après avoir atteint cette température, la totalité du permanganate était décomposée, et toute odeur de brome avait disparu.

» A ce moment, l'opération a été continuée comme à l'ordinaire, après addition du reste ($0^{gr},5$) du permanganate destiné à parfaire l'oxydation, jusqu'à ce que le papier de fluorescéine ne décelât plus la présence du brome à la sortie du tube abducteur et sans réduire le volume liquide au delà des 50^{cc} à 55^{cc} spécifiés.

» J'ai pu ainsi constater que le bromure n'était pas exempt de chlorure, et, comme d'usage, je résume l'opération dans le Tableau suivant :

KBr commercial.	$CuOSO^4 + 5H^2O$ employés.	MnO^4K employés.	Volume liquide.	Durée d'opération.	AgCl dosé.
6^{gr}	18^{gr}	3^{gr}	De 115^{cc} à 55^{cc}.	$4^h 10^m$	0,014

déduction faite des $0^{gr},0003$ à rapporter aux 3^{gr} de MnO^4K.

» Si le bromure n'est pas pur, rien du moins ne prouvait d'une façon absolue, malgré toutes les présomptions contraires, qu'il n'y avait pas eu un peu de chlorure décomposé, et j'ai cru indispensable de contrôler le

résultat par une autre méthode. Sans entrer ici dans des détails qui seraient trop longs, je me bornerai à dire que, par cette méthode, l'analyse du bromure a été ramenée à celle du précipité d'argent ou du moins de son résidu, après avoir enlevé la presque totalité du bromure d'argent par un artifice particulier. Ce résidu, comprenant la totalité du chlorure et un peu de bromure, a été ensuite analysé à l'aide du mélange chromo-sulfurique, par le procédé que j'ai fait connaître.

» Pour 6gr du même bromure, j'ai trouvé par ce procédé AgCl = 0gr,0144; soit, ici, un excès par rapport au premier résultat de 0gr,0004, ce qui correspond à moins de 0gr,0001 Cl.

» La différence obtenue relève de l'ordre des erreurs possibles d'expérience et ne constitue pas un écart assez grand pour qu'on puisse assurer qu'il ne résulte pas d'une impureté introduite accidentellement lors de l'emploi du second procédé, d'ailleurs assez laborieux. On peut donc conclure à la précision de la première méthode, étant donné surtout que le même bromure, retraité de façon identique, a conduit au même résultat, comme le prouve une seconde analyse résumée ci-après de la façon habituelle; car en doublant le poids du chlorure d'argent, pour le comparer avec celui obtenu lors du premier essai, on constate un écart de 0gr,0004, soit 0gr,0001 de Cl pour 6gr de KBr.

KBr commercial.	$CuOSO^4 + 5H^2O$ ajoutés.	MnO^4K ajoutés.	Volume liquide.	Durée d'opération.	AgCl dosé.
3gr	13gr	1gr,8	De 130cc à 50cc	3h 15m	0,0068

correction faite des 0gr,0002 AgCl à reporter sur l'emploi du MnO^4K, dont la quantité ainsi que celle du sel de cuivre ont été calculées comme précédemment.

» La seule modification introduite dans cette seconde expérience a été l'addition, dès le début, de la totalité du permanganate; cela en vue de rechercher si l'on ne pouvait hâter l'opération sans inconvénient. De ce fait même, aucune erreur sensible n'a donc été apportée.

» L'ensemble de ces résultats concordants, obtenus avec un même produit, suffit, il me semble, pour établir la méthode; et j'ai cru inutile de procéder à l'analyse des mélanges synthétiques artificiels.

» Du reste je n'ai pu trouver, dans le commerce, un seul brome pur, et de tous les échantillons étudiés, le plus parfait renfermait encore 0,96 pour 1000 de chlorure.

» Je dois reconnaître que la purification de ces sels est en effet extrême-

ment difficile et que le seul mode possible, pour avoir un bromure exempt de chlore, est de partir du brome pur. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Propriétés de quelques sels mixtes halogénés du plomb.* Note de M. V. THOMAS, présentée par M. Troost.

« Dans des Communications précédentes, j'ai indiqué plusieurs procédés généraux qui permettent d'obtenir facilement des corps répondant à la formule de sels mixtes halogénés de plomb ([1]).

» Je me propose d'étudier dans cette Note quelques propriétés intéressantes de ces composés.

» Répétant les expériences d'Engelhardt ([2]), j'ai montré que, en dissolvant de l'iodure de plomb dans une solution saturée et chaude de chlorure, on pouvait, suivant les quantités relatives d'iodure et de chlorure mis en présence, observer des phénomènes variables ([3]). D'une façon générale, on peut dire que la liqueur abandonne par refroidissement et dans un ordre tout à fait quelconque, du chlorure, de l'iodure, du chloroiodure, ou même un mélange de deux de ces corps.

» Lorsqu'on substitue à la solution saturée de chlorure de plomb une solution saturée de bromure, on peut observer des résultats analogues. En employant l'iodure de plomb en quantité notable, les résultats sont un peu plus simples. Au fur et à mesure de son refroidissement, la liqueur laisse déposer des lamelles miroitantes d'iodure. Celles-ci étant séparées par filtration, la solution abandonne ensuite des aiguilles jaune verdâtre du bromoiodure $3PbBr^2.PbI^2$. Mais bientôt l'analyse des dépôts qui se produisent montre que ceux-ci contiennent de moins en moins d'iode. A basse température, ils sont formés de bromure de plomb pur.

» Si, au lieu de séparer par filtration, comme précédemment, l'iodure de plomb tout d'abord déposé, on laisse la liqueur se refroidir en présence de ce dépôt, on s'aperçoit que celui-ci se transforme totalement. Les petites lamelles disparaissent et sont remplacées par de fines aiguilles rappelant tout à fait celles du bromoiodure. Elles correspondent à la même formule.

([1]) *Comptes rendus,* t. CXXVI, p. 1349; t. CXXVIII, mai 1899.
([2]) ENGELHARDT, *Journ. f. prakt. Ch.,* t. LXVII, p. 293; 1856.
([3]) *Bull. Soc. chim.,* t. XIX, p. 598; 1898.

» En chauffant la solution, les aiguilles se dissolvent en se décomposant; par refroidissement la liqueur abandonne de l'iodure de plomb et le même cycle d'opérations recommence.

» La solution de chlorure de plomb saturée d'iodure se comporte de même. L'iodure déposé primitivement est rapidement transformé, et les aiguilles obtenues sont à nouveau décomposées par élévation de température.

» MM. Herty et Boggs (1) ont aussi constaté un fait semblable en plaçant un cristal d'iodure de plomb dans une solution saturée et froide de chlorure ou de bromure.

» Mlle Field (2) a observé un phénomène analogue en dissolvant l'iodure de plomb dans une solution d'iodure de potassium ou d'ammonium, et portant à l'ébullition. L'iodure de plomb se dépose pendant que la liqueur est encore chaude et par refroidissement la plus grande partie se recombine dans la solution, avec le sel alcalin, pour donner un sel double.

» Les résultats des expériences précédentes peuvent être facilement interprétés, si l'on admet la dissociation des sels mixtes.

» En mettant en présence d'une quantité d'eau constante, des quantités déterminées de bromure et d'iodure, par exemple, l'équilibre sera établi, pour une température déterminée, lorsque la solution renfermera des poids p et P de bromure et de bromoiodure. Si on laisse la température s'abaisser, l'équilibre est détruit. D'après la loi énoncée par M. Van't Hoff (3), les sels mixtes de plomb représentant sans contredit des composés exothermiques, cet abaissement de température a pour effet de déterminer la formation d'une quantité plus grande de bromoïdure. Il en résulte que le poids de bromure nécessaire pour maintenir l'équilibre à cette nouvelle température est plus petit que précédemment. Il s'ensuit aussi que la quantité d'iodure non combiné va en diminuant au fur et à mesure que la liqueur se refroidit. Si cette quantité est susceptible de se dissoudre dans le volume d'eau employé, il n'y aura pas d'iodure précipité. Le dépôt se produira, au contraire, aussitôt que la solubilité de l'iodure, à la température considérée, sera inférieure à celle nécessaire pour dissoudre la quan-

(1) *Journ. Am. Chem. Soc.*, t. XIX, p. 820.

(2) *Chem. News*, t. LXVII, p. 157.

(3) *Toute élévation ou abaissement de température produit, sur un système en équilibre, une transformation qui, si elle se produisait seule, correspondrait à une variation de température de sens contraire.*

tité d'iodure non combiné. Le dépôt une fois formé, si la température s'abaisse davantage, la dissociation diminue très rapidement, de l'iodure dissous se combine à nouveau au bromure pour donner le sel mixte, l'iodure déposé rentrera en dissolution et il pourra se faire que cette dissolution soit totale.

» Cette dissociation des sels mixtes de plomb explique facilement pourquoi leur formation est rendue plus facile en présence d'un excès de l'un des constituants.

» Une autre propriété intéressante de ces composés est celle qui leur permet de cristalliser en toutes proportions : le chloroiodure avec le chlorure, le bromoiodure avec le bromure. Il en résulte que la composition de ces sels paraît osciller entre deux limites. C'est ainsi que les dépôts obtenus en mélangeant des solutions à concentration variable de chlorure ou de bromure de plomb avec une solution d'iodure de potassium peuvent donner à l'analyse des nombres oscillant entre ceux exigés par les formules $PbI^2.PbCl^2$ et $PbCl^2$, $PbI^2, 3PbBr^2$ et $PbBr^2$.

» Se basant sur ces faits, MM. Herty et Boggs ne considèrent pas ces corps comme des composés définis, mais comme des mélanges isomorphiques avec excès de chlorure ou de bromure. Cette manière de voir ne me paraît pas devoir être confirmée. Dans l'état actuel de nos connaissances, on ne peut même pas admettre l'isomorphisme du chlorure ou du bromure de plomb avec l'iodure. Les deux premiers sont orthorhombiques, l'iodure a été décrit comme cubique.

» La détermination du système cristallin des sels mixtes de plomb dont j'ai commencé l'étude me permettra, j'espère, d'éclaircir cette question. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la séparation quantitative du cérium.* Note de MM. **G. Wyrouboff** et **A. Verneuil**, présentée par M. Moissan.

« Un grand nombre de tentatives ont été faites pour trouver un procédé permettant d'extraire, à l'état de pureté, tout le cérium contenu dans un mélange de terres rares. Ces tentatives, purement empiriques, ont échoué et l'on en est réduit, comme par le passé, à des méthodes de fractionnements aussi fastidieuses qu'infidèles. Il semble même que les spécialistes de terres rares aient abandonné la solution du problème, car, depuis quelques années, on ne voit plus se produire que des procédés de dosage

volumétrique, soit par oxydation de l'oxyde inférieur, soit par réduction de l'oxyde supérieur.

» Le problème est, en effet, fort complexe et ne peut être abordé utilement qu'après une étude approfondie des caractères chimiques des composés du cérium. Nous avons fait remarquer déjà (¹) que deux propriétés fondamentales, jusqu'ici inaperçues, caractérisaient le groupe des terres rares : leur polymérisation et leur faculté de contracter entre elles des combinaisons extrêmement stables.

» La connaissance exacte de ces corps condensés et de ces oxydes complexes permet de circonscrire très nettement le problème et de trouver sa solution.

» L'oxyde céroso-cérique se polymérise avec une extrême facilité quand on évapore la solution de son nitrate. De l'acide nitrique se dégage et, lorsqu'on reprend le résidu par l'eau bouillante, on obtient un corps soluble dans l'eau, précipitable par les acides et qui a pour formule : $(Ce^3O^4)^4\,2N^2O^6H^2, nH^2O$. Ce corps, au contact d'un sulfate, donne le corps $(Ce^3O^4)^4, 2SO^4H^2$ complètement insoluble dans l'eau; il suit de là que si le cérium existant dans un mélange est tout entier à l'état d'oxyde céroso-cérique, on peut le précipiter intégralement. Mais ce n'est qu'une possibilité dont la réalisation se heurte à une difficulté considérable. L'oxyde Ce^3O^4, en présence des autres terres, a une extrême tendance à former des oxydes complexes de la forme Ce^3O^4MO ($M = Di, La, Y, Er$, etc.) qui, eux aussi, se polymérisent dans des conditions analogues et donnent des corps $(Ce^3O^4MO)^4, 2SO^4H^2$ également insolubles dans l'eau. Il importe donc de connaître, avant tout, les conditions précises dans lesquelles l'oxyde complexe ne peut pas se former. En évaporant une solution nitrique contenant Ce^3O^4 mélangé aux autres terres, reprenant par l'eau bouillante et précipitant par un sulfate, on s'aperçoit que le cérium obtenu est d'autant plus pur que la liqueur est plus acide; d'autre part, si l'acidité est trop grande, une partie de l'oxyde reste à l'état non polymérisé et n'est par conséquent plus précipitable à l'état de sulfate. C'est entre ces deux limites, qui présentent heureusement un très grand écart, qu'il faut se placer pour avoir le produit le plus pur et le rendement le plus grand.

» Mais ce n'est pas là la seule difficulté du problème. Lorsqu'on traite par NO^3H le mélange d'oxydes calcinés, de l'oxygène se dégage et une

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 863; 1898.

partie du cérium se réduit à l'état de CeO. On peut, il est vrai, précipiter le mélange des nitrates par H^2O^2 et l'ammoniaque, et évaporer la liqueur à siccité au bain-marie pour transformer le peroxyde en oxyde céroso-cérique; mais en opérant ainsi on rencontre un autre écueil : le peroxyde ne se décompose complètement qu'avec une extrême difficulté, même lorsqu'on le chauffe au-dessus de 100°, car il forme une combinaison relativement très stable : $Ce^3O^5, Ce^3O^4 = 3Ce^2O^3$, qui, traitée par un acide, donne $Ce^3O^5, Ce^3O^4 = Ce^6O^7 + 2O$. De quelque manière qu'on s'y prenne, on n'arrivera donc pas à avoir dans une solution nitrique la totalité du cérium à l'état d'oxyde supérieur. On peut sans doute peroxyder très facilement le cérium au moyen du persulfate d'ammoniaque, mais la présence du sulfate acide d'ammoniaque qui se forme empêche la précipitation totale du corps $(Ce^3O^4)^4, 2SO^4H^2$, et, si l'on essaye la neutralisation par l'acétate de soude, on crée un milieu insuffisamment acide pour empêcher la formation d'une petite quantité de l'oxyde $(Ce^3O^4MO)^4$ qui est entraîné à l'état de $(Ce^3O^4MO)^4, 2SO^4H^2$.

» De là la nécessité de procéder en deux temps, ce qui allonge un peu l'opération mais permet d'arriver à une séparation très satisfaisante. Voici la marche que de nombreux essais nous ont montré être la plus avantageuse.

» A. Si le mélange des oxydes renferme plus de 50 pour 100 de Ce^3O^4 il n'est plus attaquable par NO^3H; il se dissout facilement, au contraire, lorsqu'on ajoute à l'acide nitrique de l'eau oxygénée, par petites portions (l'eau oxygénée peut contenir SO^3 mais doit être rigoureusement exempte de P^2O^5). La solution concentrée des nitrates est précipitée par l'ammoniaque et H^2O^2. On évapore au bain-marie, et l'on chauffe quelques instants à feu nu jusqu'à commencement de volatilisation de NO^3NH^4. On dissout dans NO^3H, on évapore à petit feu jusqu'à consistance sirupeuse, mais non jusqu'à cessation de dégagement de vapeurs acides. On dissout dans l'eau (150^{cc} pour $0^{gr},5$ d'oxyde), on fait bouillir; on ajoute 1^{cc} d'une solution à 5 pour 100 de $SO^4(NH^4)^2$. Le précipité qui se forme immédiatement est filtré, lavé et calciné au blanc, car ce n'est que vers 1500° qu'il abandonne complètement son acide sulfurique. Si l'opération a été bien conduite il renferme 90 pour 100 du cérium total à l'état parfaitement pur. La liqueur filtrée est additionnée à chaud de $0^{gr},05$ de persulfate d'ammoniaque et de 1^{cc} de solution d'acétate de soude à 50 pour 100. On fait bouillir jusqu'à ce que la liqueur s'éclaircisse. On filtre, on lave, on calcine à haute température. On a ainsi le reste du cérium, toujours de couleur un peu chamois, car il entraîne quelques centièmes de son poids des autres terres. La liqueur filtrée, traitée par l'ammoniaque et l'eau oxygénée, doit donner un précipité blanc ou presque blanc.

» B. S'il y a moins de 50 pour 100 de cérium dans le mélange, l'opération se simplifie un peu. On traite les oxydes par NO^3H à chaud, on évapore à sirop et l'on continue comme ci-dessus.

» C. Enfin, s'il y a très peu de cérium (10 à 15 pour 100), ce qu'on reconnaît sans peine par la facilité avec laquelle le mélange se dissout dans NO^3H, on peut se dispenser de la première partie de l'opération et traiter directement la solution nitrique par quelques centigrammes de persulfate et un peu d'acétate de soude.

» Voici quelques analyses qui montrent le degré de précision du procédé. Elles ont été faites sur des mélanges synthétiques de produits purs.

	I.	Trouvé 0,369 0,034		II.	Trouvé 0,3670 0,0345
Ce^3O^4........	0,405	0,403	Ce^3O^4........	0,404	0,4015
LaO + DiO...	0,042	0,044	LaO + DiO...	0,041	0,0435
	0,447	0,447		0,445	0,4450

	III.	Trouvé.
Ce^3O^4............................	0,041	0,044
LaO + DiO......................	0,418	0,415
	0,459	0,459

» On voit ainsi que si la quantité de cérium n'est pas par trop faible par rapport aux autres terres, on arrive à la doser avec une approximation de 1 pour 100 environ. Dans le cas de faibles teneurs en cérium, il faudrait opérer sur plusieurs grammes d'oxydes, redissoudre le précipité obtenu et le retraiter comme en A.

» Nous avons appliqué ce procédé à l'analyse des oxydes de la monazite préalablement débarrassés de la thorine par le procédé que nous avons décrit [1].

» La prise d'essai était de 0,457 :

Ce^3O^4 pour 100	{ 38,30
	{ 6,56
	44,86
LaO + DiO pour 100	55,14
	100,00

» Ce procédé, qui, au point de vue analytique, peut être encore amélioré dans les détails, est en tous cas le seul jusqu'ici qui permette d'avoir du premier coup et avec la plus grande facilité la presque totalité du cérium existant dans un mélange quelconque de terres rares à l'état absolument pur. »

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 340; 1898.

CHIMIE CRISTALLOGIQUE. — *Figures de corrosion révélant la structure énantiomorphe des benzylidène-camphres droit et gauche (loi de Pasteur).* Note de M. **Minguin** (¹), présentée par M. Hautefeuille.

« Depuis quelques années, j'ai entrepris l'étude cristallographique de la belle série des composés du camphre préparés par M. Haller, composés que mon savant maître a mis très obligeamment à ma disposition.

» Quelques résultats sont consignés dans les *Comptes rendus* et le *Bulletin de la Société chimique* (²). Nous avons fait remarquer particulièrement que dans aucun des cristaux étudiés nous n'avions rencontré de facettes hémiédriques.

» Les cristaux ont une enveloppe, une symétrie extérieure absolument complète et cependant ils jouissent du pouvoir rotatoire à l'état de dissolution; Walden (³), dans des considérations sur la relation entre le pouvoir rotatoire et l'hémiédrie plagièdre, relate ce fait.

» Nous avons résolu d'appliquer, à ces dérivés du camphre, la méthode de corrosion qui, dans beaucoup de cas, permet de pénétrer très avant dans l'intimité de la structure cristalline.

» Voici les résultats que nous avons obtenus avec le benzylidène-camphre droit et le benzylidène-camphre gauche qui tous deux cristallisent dans le système orthorhombique (⁴).

» Plongé dans le toluène ou dans le benzène, pendant une minute environ, le benzal-camphre se recouvre sur les faces *m* de belles figures de corrosion qui, examinées au microscope, sont nettement dissymétriques et pour la plupart dirigées (en considérant la longueur) de l'angle *a* vers l'angle *e* du prisme. On remarque des plages où cette direction est parallèle aux arêtes verticales; ce qui montre d'abord que les éléments cristallins, par leur assemblage, essayent de corriger la dissymétrie de l'élément primordial, de la molécule chimique, de façon à former un individu parfait géométriquement.

(¹) Travail fait à l'Institut chimique de l'Université de Nancy.

(²) *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 1546; t. CXXIII, p. 248; t. CXXIV, p. 86. — *Soc. chim.*, t. XV, p. 990; t. XVII et XVIII, p. 110.

(³) *Berichte*, 30, t. I, p. 99.

(⁴) *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 1546.

» Les figures formées sur le gauche sont énantiomorphes avec celles formées sur le droit.

» Nous avons pu faire des microphotographies très nettes de ces figures et montrer ainsi d'une façon indiscutable la structure énantiomorphe des deux benzylidène-camphres.

» Nous ajouterons que, jusqu'à présent, nous n'avons rien obtenu de précis sur les autres faces; ce qui s'explique, si l'on se rappelle que le cristal, plongé dans le toluène suffisamment longtemps, se creuse suivant la zone *m* et que, à un moment donné, les faces *p* subsistent presque seules. Si nous nous rappelons, en outre, qu'au point de vue cristallographique la zone *m*, dans beaucoup de composés du camphre, présente beaucoup d'analogie, nous serions tentés de supposer que cette zone est caractéristique du noyau camphre.

» Dans une prochaine Communication, nous ferons connaître les résultats que nous avons obtenus avec deux benzylidène-camphres bromés. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Combinaisons mixtes de la phénylhydrazine et d'une autre base organique avec les sels métalliques*. Note de M. **J. Moitessier**, présentée par M. Troost.

« Certaines combinaisons de sels métalliques avec la phénylhydrazine peuvent s'unir à de nouvelles molécules de cette base, en donnant des combinaisons plus riches en phénylhydrazine ([1]); elles peuvent de même se combiner à d'autres bases organiques (aniline, napthylamine) en donnant des combinaisons mixtes. Celles-ci se forment aussi par l'action simultanée de la phénylhydrazine et d'une autre base organique sur des sels métalliques.

» L'*iodure de zinc aniline-phénylhydrazinique* $ZnI^2.C^6H^5,AzH^2.2C^6H^5,Az^2H^3$ s'obtient en ajoutant 3 molécules d'aniline à 1 molécule de $ZnI^2.2C^6H^5,Az^2H^3$ en solution alcoolique saturée et en refroidissant le mélange vers — 20°. La combinaison mixte se dépose sous forme de fines aiguilles, réunies en touffes, solubles dans l'alcool et dans l'éther, légèrement solubles dans l'eau, dans le chloroforme et dans le benzène; elle fond à 180° et se décompose rapidement à quelques degrés au-dessus.

» Le *bromure de zinc aniline-phénylhydrazinique :*



$$3ZnBr^2.5C^6H^5,AzH^2.2C^6H^5,Az^2H^3$$

([1]) J. Moitessier, *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 714.

se forme par l'action de 4 molécules d'aniline sur 1 molécule de $ZnBr^2.2C^6H^5,Az^2H^3$ en solution alcoolique chaude à 7 pour 100. La combinaison mixte se dépose, par refroidissement rapide du mélange, sous forme de longues aiguilles courbes réunies en touffes soyeuses.

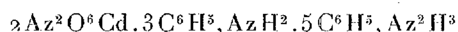
» Le *sulfate de nickel aniline-phénylhydrazinique*



$$SO^4Ni.C^6H^5,AzH^2.2C^6H^5,Az^2H^3+2H^2O$$

a été obtenu en délayant 1 molécule de sulfate de nickel cristallisé (finement pulvérisé) dans un mélange de 3 molécules d'aniline et de 2 molécules de phénylhydrazine étendu de son volume d'alcool. Au bout de quelques heures, on épuise la masse par l'alcool et l'on obtient une poudre cristalline blanc verdâtre peu soluble dans l'eau et dans l'alcool, insoluble dans l'éther, dont la composition répond à la formule donnée plus haut.

» L'*azotate de cadmium aniline-phénylhydrazinique*



$$2Az^2O^6Cd.3C^6H^5,AzH^2.5C^6H^5,Az^2H^3$$

se forme par l'action d'une molécule d'azotate de cadmium dissous dans l'alcool sur un mélange de 3 molécules d'aniline et de 3 molécules de phénylhydrazine étendu de trois fois son volume d'alcool. Ce composé est cristallisé, peu soluble dans l'eau et dans l'alcool, insoluble dans l'éther, fusible à 195° en se décomposant.

» *L'iodure de zinc α-naphtylamine-phénylhydrazinique*



$$ZnI^2.C^{10}H^7,AzH^2.2C^6H^5,Az^2H^3$$

s'obtient sous forme de longues aiguilles prismatiques en traitant, en solutions alcooliques concentrées, 1 molécule d'iodure de zinc par un mélange de 2 molécules d'α-naphtylamine et de 2 molécules de phénylhydrazine. Cette combinaison est soluble dans l'alcool et dans l'éther, peu soluble dans l'eau; elle se décompose rapidement à 115°.

» *L'iodure de zinc* β-*napthtylamine-phénylhydrazinique*



$$3ZnI^2.2C^{10}H^7,AzH^2.4C^6H^5,Az^2H^3$$

a été obtenu par l'action de 1 molécule de β-naphtylamine et 2 molécules de phénylhydrazine en solution alcoolique tiède sur 1 molécule d'iodure de zinc en solution alcoolique concentrée. Ce composé mixte est cristallisé; il est soluble dans l'alcool et dans l'éther, légèrement soluble dans l'eau, dans le chloroforme et dans la benzine. Il se décompose à 155°.

» Dans chacune des combinaisons mixtes que je viens de citer, on peut déceler la présence, soit de l'aniline, soit de la naphtylamine. Pour cela, on les traite à froid par un excès de liqueur de Fehling qui décompose la phénylhydrazine et met l'autre base en liberté; un épuisement à l'éther permet d'isoler cette base.

» Je me propose d'étudier les combinaisons mixtes formées par les sels métalliques avec la phénylhydrazine et avec les amines grasses, les bases pyridiques ou les bases quinoléiques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Étude de quelques dérivés oxyméthyléniques des éthers cyanacétiques.* Note de M. E. **Grégoire de Bollemont** (¹), présentée par M. Arm. Gautier.

« MM. Haller et Held ont montré que l'éther cyanacétique sodé traité par des chlorures acides fournit des éthers acylcyanacétiques, auxquels ils ont attribué la formule générale $R.CO - CH\left\langle\begin{matrix} CAz \\ CO.OR \end{matrix}\right.$ (²). Mais ce procédé, qui a permis d'isoler la plupart des éthers acylcyanacétiques, n'a pu être appliqué à la préparation des formylcyanacétates, puisque le chlorure de formyle n'est pas connu. Nous avons donc recherché d'autres méthodes pour obtenir ces éthers et nous avons eu recours, tout d'abord, aux réactions employées par M. Claisen dans la préparation des dérivés oxyméthyléniques du camphre. MM. Bishop, Claisen et Sinclair, en traitant le camphre sodé par du formiate d'amyle, ont, en effet, obtenu le formyl- ou oxyméthylène-camphre qui, par action du chlorhydrate d'hydroxylamine, donne le camphre cyané (³) identique à celui découvert par M. Haller, dans l'action du chlorure de cyanogène sur le camphre sodé (⁴).

» L'éther cyanacétique, possédant, comme le camphre, de l'hydrogène substituable par du sodium, pouvait vraisemblablement, dans les mêmes conditions, se prêter à des réactions analogues, donner de l'éther formylcyanacétique et permettre ainsi d'arriver, par une autre voie, à l'éther dicyanacétique de M. Haller (⁵).

» *Action du formiate d'amyle sur l'éther cyanacétique sodé.* — Le formiate d'amyle agit à 100° sur l'éther cyanacétique sodé sec et donne un dérivé sodique, poudre cristalline colorée par certaines huiles rouges qui surnagent et se séparent facilement après addition d'eau bouillante.

» La solution aqueuse, supposée renfermer le sel de sodium de l'éther formylcyanacétique, a été décomposée par l'acide sulfurique étendu dans le but d'isoler l'éther libre. Ces essais n'ayant pas abouti, on a cherché à le définir par quelques-uns de ses sels bien cristallisés.

(¹) Travail fait à l'Institut chimique de Nancy, au laboratoire de M. Haller.

(²) *Comptes rendus*, t. CVI, p. 1083.

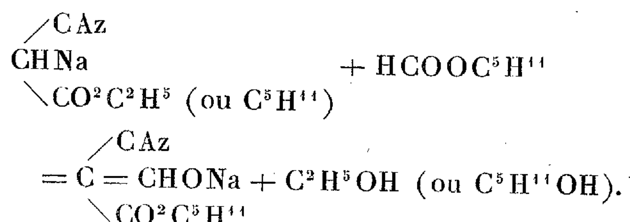
(³) *Lieb. Ann.*, t. CCLXXXI, p. 331; 1894.

(⁴) *Comptes rendus*, t. CII, p. 1477. — Haller, *Thèses Fac. des Sc. de Paris;* 1879.

(⁵) *Comptes rendus*, t. III, p. 55.

» *Sel de baryum* $\left(C\begin{matrix}\diagup CAz \\ = CHO \\ \diagdown CO^2C^5H^{11}\end{matrix}\right)^2 Ba$. — La solution aqueuse du sel sodique est traitée à chaud par le chlorure de baryum. Par refroidissement, il se dépose de beaux feuillets nacrés, très solubles dans l'alcool, très peu solubles dans l'éther, constituant le sel de baryum du formylcyanacétate d'amyle. Il y a donc eu à la fois formation d'éther formylcyanacétique et substitution du radical éthyle par le radical amyle.

» Pour confirmer cette interprétation, on a fait agir le formiate d'amyle sur le cyanacétate d'amyle sodé, qui, par un traitement analogue, a donné un sel de baryum identique au précédent :



$$CHNa\begin{matrix}\diagup CAz \\ \\ \diagdown CO^2C^2H^5\ (ou\ C^5H^{11})\end{matrix} + HCOOC^5H^{11}$$
$$= C\begin{matrix}\diagup CAz \\ = CHONa \\ \diagdown CO^2C^5H^{11}\end{matrix} + C^2H^5OH\ (ou\ C^5H^{11}OH).$$

» *Sel d'argent* $\left(C\begin{matrix}\diagup CAz \\ = CHOAg \\ \diagdown CO^2C^5H^{11}\end{matrix}\right) Ba$. — Ce sel s'obtient par double décomposition du sel de baryum avec l'azotate d'argent. C'est une poudre blanche, cristalline, peu soluble dans l'eau froide et qui cristallise de ses solutions aqueuses chaudes en petites aiguilles groupées en mamelons.

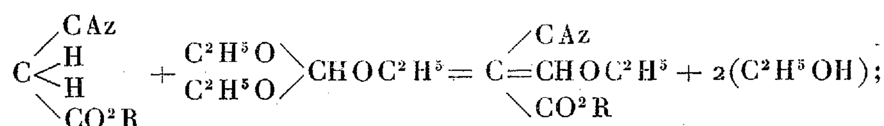
» Au lieu de la forme oxyméthylénique $C\begin{matrix}\diagup CAz \\ = CHOH \\ \diagdown CO^2Az\end{matrix}$ (1) adoptée dans l'équation précédente, il semblerait plus logique, *a priori*, d'attribuer à ces composés la forme $H.CO - CH\begin{matrix}\diagup CAz \\ \diagdown CO^2R\end{matrix}$ (2), mettant en évidence le radical formyle; mais une série d'expériences ultérieures, dont nous allons parler, nous autorisent à choisir la première de ces formes.

» *Action des éthers orthoformiques sur les éthers cyanacétiques.* — M. L. Claisen, dans un intéressant Mémoire sur les combinaisons oxyméthyléniques [1], constate que, si l'on fait agir l'éther orthoformique sur des dérivés renfermant un groupe méthylène CH^2 compris entre radicaux

(1) *Lieb. Ann.*, t. CCXCVII; 1897.

négatifs, avec l'anhydride acétique comme agent de condensation, l'éther orthoformique se porte sur le méthylène, qui est transformé en $\overset{|}{\underset{|}{C}} = CHOC^2H^5$. Cette réaction a été appliquée aux éthers cyanacétiques.

» Dérivés éthoxyméthyléniques : *Éthoxyméthylènecyanacétate d'amyle :* $C \begin{smallmatrix} \diagup CAz \\ = CHOC^2H^5 \\ \diagdown CO^2C^5H^{11} \end{smallmatrix}$. — Un mélange de cyanacétate d'amyle, d'éther orthoformique et d'anhydride acétique a été traité dans les conditions indiquées par M. Claisen; les produits secondaires formés ont été éliminés, et le résidu fractionné dans le vide. Il distille ainsi vers 211°, sous la pression de 35^{mm}, une huile que les analyses permettent de considérer comme l'éthoxyméthylènecyanacétate d'amyle. La réaction est la suivante :



$$C \begin{smallmatrix} \diagup CAz \\ < H \\ < H \\ \diagdown CO^2R \end{smallmatrix} + \begin{smallmatrix} C^2H^5O \\ C^2H^5O \end{smallmatrix} > CHOC^2H^5 = C \begin{smallmatrix} \diagup CAz \\ = CHOC^2H^5 \\ \diagdown CO^2R \end{smallmatrix} + 2(C^2H^5OH);$$

elle met bien en évidence la forme oxyméthylénique de ces composés.

» *Sel de baryum :* $\left(C \begin{smallmatrix} \diagup CAz \\ = CHO \\ \diagdown CO^2C^5H^{11} \end{smallmatrix} \right)^2 Ba$. — L'éthoxyméthylènecyanacétate d'amyle, traité par la quantité théorique d'hydrate de baryte, donne le sel de baryum correspondant, identique à celui obtenu en partant du formiate d'amyle et de l'éther cyanacétique sodé.

» *Éthoxyméthylènecyanacétate d'éthyle :* $C \begin{smallmatrix} \diagup CAz \\ = CHOC^2H^5 \\ \diagdown CO^2C^2H^5 \end{smallmatrix}$. — Il cristallise en belles aiguilles blanches, fondant vers 52°, très solubles dans l'alcool et dans l'éther. Le sel de baryum s'obtient comme le précédent.

» *Éthoxyméthylènecyanacétate de méthyle :* $C \begin{smallmatrix} \diagup CAz \\ = CHOC^2H^5 \\ \diagdown CO^2CH^3 \end{smallmatrix}$. — Tables transparentes et allongées, fondant vers 34°, très solubles dans l'alcool.

» Dérivés méthoxyméthyléniques. — Dans les mêmes conditions, l'orthoformiate de méthyle agit comme son homologue sur les éthers cyanacétiques.

» *Méthoxyméthylènecyanacétate de méthyle* : $C{=}CHOCH^3\begin{cases}CAz\\ CO^2CH^3\end{cases}$. — Fines aiguilles transparentes, fondant vers 88°.

» *Méthoxyméthylènecyanacétate d'éthyle* : $C{=}CHOCH^3\begin{cases}CAz\\ CO^2C^2H^5\end{cases}$. — Tables transparentes en forme de rhombes, fondant vers 99°.

» Ces deux séries méthoxy- et éthoxy-méthyléniques fournissent une série unique de sels de Ba, de dérivés oxyméthyléniques, de dérivés amidés, etc., qui feront l'objet d'une prochaine Note. »

EMBRYOGÉNIE. — *Centrosome et fécondation*. Note de M. **Félix Le Dantec**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Il n'y a pas de question plus controversée en Biologie que celle de la nature du *centrosome* de la cellule. Pour quelques-uns, c'est un organe aussi permanent que le noyau lui-même; pour d'autres, c'est une simple *figure* kinétique, un simple centre géométrique vers lequel rayonnent des courants ou des lignes de force. Dans cette dernière hypothèse, il n'y a pas lieu de se demander, au moins au point de vue de l'équivalence substantielle des éléments mâle et femelle, quel est le rôle du ou des centrosomes dans la fécondation. Tout au contraire, si l'on considère le centrosome comme une masse d'une substance vivante spéciale, l'équivalence des produits sexuels ne pourra subsister à moins que l'élément mâle et l'élément femelle contiennent l'un et l'autre cette masse vivante particulière. Cette nécessité a peut-être été la cause de l'erreur commise par Fol dans son *Quadrille des centres*, erreur que tout le monde reconnaît aujourd'hui puisque M. Guignard lui-même, en découvrant les anthérozoïdes des Phanérogames, s'est rendu compte de l'illusion qui lui avait fait admettre la fusion des centrosphères.

» Mais, tout en reconnaissant qu'Hermann Fol s'est trompé, c'est-à-dire que le quadrille des centres n'existe pas, il faut éviter de commettre une erreur inverse, et cette erreur, je crois qu'elle accompagne l'interprétation actuelle du rôle du centrosome dans la fécondation. Pour qu'il y ait équivalence substantielle entre les deux éléments sexuels, disais-je tout à l'heure, il faut que l'un et l'autre contiennent la masse de substance spé-

ciale appelée *centrosome*, mais il est inutile que cette masse se présente, dans les deux sexes, avec la même structure morphologique. Or, on a constaté que le centrosome disparaît dans l'ovule mûr et l'on a prétendu que le centrosome de l'œuf fécondé *est* celui du spermatozoïde qui a opéré la fécondation. Voici la thèse de Boveri : « L'ovule mûr possède tous les » organes et toutes les qualités nécessaires pour la division, excepté le » centrosome qui donne le branle à cette division. Le spermatozoïde, » d'autre part, est pourvu d'un centrosome, mais manque de la substance » sur laquelle cet organe de division peut exercer son activité. » D'où la conclusion immédiate que l'équivalence substantielle n'existe, entre les produits mâles et femelles, que pour les éléments nucléaires!

» Cette conclusion très grave me semble un peu hâtive. On déclare que l'ovule mûr n'a pas de centrosome parce qu'on ne le voit pas; mais le voit-on dans le spermatozoïde? *Pas le moins du monde.* On voit bien une petite masse de substance protoplasmique au point de jonction de la tête et de la queue du spermatozoïde; mais pourquoi l'appelle-t-on *centrosome?* Parce que, une fois le spermatozoïde entré dans l'ovule, cette petite masse devient le centre d'un *aster* et prend, par suite, l'aspect caractéristique d'un centrosome de karyokinèse. Or, ceci se produisant dans l'ovule, quel droit a-t-on d'affirmer que le centrosome provient *uniquement* du spermatozoïde? Ceux qui croient à l'équivalence substantielle *absolue* des éléments mâle et femelle peuvent répondre à cette assertion : « Le protoplasma mâle du » spermatozoïde est condensé en une petite masse derrière la tête de cet » élément. Le protoplasma femelle de l'ovule est *diffus* dans la masse » énorme du vitellus; quand le spermatozoïde est entré dans l'ovule et » pendant que son pronucléus mâle chemine vers le pronucléus femelle, » sa petite masse de protoplasma mâle attire à lui, draine vers lui le proto- » plasma femelle épars dans toute la masse de l'ovule, ce qui explique la » figure appelée *aster* qui se forme autour de lui; il y a donc fécondation » du protoplasma mâle par le protoplasma femelle attiré vers lui, pendant » que le pronucléus mâle est lui-même attiré vers le pronucléus femelle. »

» Et ainsi, il y a équivalence substantielle absolue entre l'élément mâle et l'élément femelle, *sans que cela soit le moins du monde en contradiction avec les faits observés.* Il n'y a aucune raison d'appeler *centrosome* la masse de protoplasma mâle du spermatozoïde; on a exactement autant de droit de dire que l'ovule a un *centrosome diffus*, et alors, il y a fécondation centrosome à centrosome, comme dans le quadrille de Fol, moins la forme figurée décrite par lui. Mais le mot centrosome ayant été créé pour dési-

gner une *figure* cellulaire, il vaut mieux ne pas employer cette expression dans le cas où cette figure n'existe pas et dire, au lieu de *spermocentre*, protoplasma mâle, comme on dit protoplasma de l'ovule depuis qu'on ne croît plus à l'*ovocentre*. On racontera alors les faits en disant que, une fois le spermatozoïde entré dans l'ovule, son protoplasma mâle attire à lui le protoplasma femelle diffus dans l'ovule et qu'il y a ainsi une *fécondation protoplasmique* indépendante de la fécondation nucléaire. Cette fécondation protoplasmique dessine un *aster* autour du point où était primitivement le protoplasma mâle, d'où la naissance de cette figure centrosomatique qui a fait croire à l'existence d'un *spermocentre*.

» Avec cette manière de voir, on comprend fort bien les expériences de Boveri, Delage ([1]), etc., dans lesquelles il y a eu seulement fécondation protoplasmique, tandis que le pronucléus, soit mâle, soit femelle, restait seul. Ces expériences prouveraient seulement qu'un protoplasma *complet*, contenant un noyau *incomplet*, est susceptible de bipartition. Il faudrait pouvoir faire l'expérience inverse et voir si un noyau *complet*, dans un protoplasma *incomplet*, est également susceptible de bipartition, mais cette expérience est bien difficile à réaliser, car il semble à peu près impossible d'effectuer une fécondation nucléaire sans que se produise en même temps la fécondation protoplasmique dont je viens de parler.

» Enfin, que le centrosome, qui disparaît dans l'ovule mûr, ne disparaisse pas dans l'œuf parthénogénétique, cela n'a rien qui puisse nous étonner, si le centrosome est une *figure* en relation avec les courants substantiels qui accompagnent l'assimilation. L'assimilation se continuant dans un œuf parthénogénétique qui est un plastide complet, il est tout naturel que le centre figuré des courants correspondants ne disparaisse pas. Il est naturel aussi qu'il disparaisse dans l'ovule mûr, plastide incomplet incapable d'assimilation. »

([1]) Boveri (1888) a vu la division se produire dans un ovule d'oursin, par suite de la simple fécondation protoplasmique, le pronucléus mâle étant encore très loin du pronucléus femelle quand la division a eu lieu. Delage (1898) a fécondé, par un spermatozoïde ordinaire, un fragment sans noyau d'un ovule d'oursin. La simple fécondation protoplasmique qui en est résultée a permis à cet œuf, muni d'un demi-noyau, de se diviser jusqu'à donner une petite gastrula mal conformée.

ZOOLOGIE. — *Sur les variations et les groupements spécifiques des Péripates américains.* Note de M. **E.-L. Bouvier**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Les Péripates américains sont plus nombreux et aussi variés que ceux des autres parties du monde, mais ils sont moins bien connus à cause des difficultés fort grandes que présente leur détermination. Ayant pu réunir un nombre assez considérable de ces animaux, je me suis attaché à les étudier de très près et je crois être parvenu à déchiffrer les variations principales de leurs caractères.

» En dehors des caractères connus qui sont communs à tous les Péripates, j'ai trouvé d'abord que les espèces américaines ressemblent aux autres par deux traits structuraux assez importants : 1° leurs dents linguales sont formées par une sorte de cône chitineux dont la cavité interne s'ouvre au dehors par un orifice apical; 2° contrairement à l'opinion admise, ils sont munis d'une ligne dorsale médiane claire (*ligne blanche* des auteurs), mais tandis que cette ligne est fort évidente à la loupe dans les espèces de l'Afrique du Sud et de l'Océanie, elle est ordinairement microscopique chez les formes américaines et s'y atténue dans certains cas (*P. jamaicensis* G. et C., *P. Sedgwicki* Bouv. surtout sa variété *Bavaysi*) au point d'être peu visible. Elle se présente avec le même développement dans le *P. Tholloni* Bouv. du Gabon. De chaque côté de la ligne claire, j'ai observé, au fond de tous les sillons du corps, un *organe clair* arrondi, de nature probablement sensorielle. Ces organes font défaut ou sont atrophiés dans les Péripates africains (abstraction faite du *P. Tholloni*) et dans ceux de l'Océanie.

» Passant à des caractères moins généraux, j'ai pu constater ensuite que les Péripates américains se divisent naturellement en deux groupes suivant qu'ils ont quatre papilles sur chaque pied (deux en avant et deux en arrière) ou bien trois seulement comme les espèces non américaines. Le premier groupe paraît jusqu'ici fort restreint; il comprend le *P. Corradi* Cam., le *P. tuberculatus* Bouv. et peut-être le *P. Balzani* Cam.; le second renferme les autres espèces.

» Chacun de ces groupes peut lui-même se diviser en deux sections d'après la structure de la sole pédieuse, qui tantôt est formée par cinq ar-

ceaux distincts, tantôt seulement par quatre. A la première section se rattache le *P. tuberculatus* du premier groupe, et une espèce mexicaine du second, le *P. Perrieri* n. sp.; à la seconde appartiennent toutes les autres espèces.

» Le *P. Perrieri* se fait remarquer par ses papilles dorsales, qui sont de dimensions variées, mais toujours basses, bien distinctes, ovales-rectangulaires à leur base, arrondies en dôme, d'ailleurs dépourvues de partie terminale protractile. Dans le *P. torquatus* Kennel, cette partie terminale commence à se différencier; en outre, les papilles sont subégales et franchement rectangulaires à leur base. On trouve aussi des papilles à base rectangulaire et bien séparées dans le *P. Geayi*, que M. Geay a rapporté du Carsevenne, mais ces papilles sont hautes, coniques, très inégales et pourvues d'une partie terminale fort distincte.

» Dans toutes les autres formes, les papilles dorsales sont plus ou moins fusionnées à leur base et toujours munies d'une partie terminale bien différenciée. Ces formes peuvent elles-mêmes se diviser en deux séries, suivant que les *papilles principales* sont contiguës dans chaque pli, ou largement séparées les unes des autres.

» Parmi les espèces à papilles principales contiguës, il faut placer au premier rang le *P. Edwardsi* Blanch. qui a des papilles principales subégales, ordinairement cylindriques et accompagnées de quelques *papilles accessoires*, d'ailleurs fort petites. Ces papilles accessoires, toujours très réduites, deviennent plus constantes dans le *P. Simoni* Bouv., où elles s'intercalent, au nombre de deux le plus souvent, entre les papilles principales consécutives; elles sont nombreuses et bien plus grandes dans le *P. trinidadensis* Sedg., où elles passent par tous les degrés aux papilles principales; enfin elles deviennent plus abondantes encore et plus fortes dans le *P. imthurmi* Scl., où elles se soudent fréquemment par leur base pour former de petits massifs tuberculeux intercalés entre les papilles principales. Une espèce nouvelle, le *P. antiguensis*, d'Antigua, paraît à peu près totalement dépourvue de papilles accessoires et ressemble à ce point de vue au *P. jamaicensis* Gr. et Cock.; les deux espèces sont d'ailleurs faciles à distinguer par la nature de leur papilles principales qui sont à peu près toutes semblables dans le *P. jamaicensis*, tandis qu'elles sont de deux ordres, grandes et petites, dans l'espèce d'Antigua. Deux autres espèces nouvelles, le *P. Goudoti* du Mexique et le *P. Brölemanni* de la colonie de Tovar, se font remarquer par leur tendance à la séparation des papilles principales : dans

la première de ces espèces l'espace compris entre deux grosses papilles principales est rempli totalement par une papille principale médiocre flanquée de quatre papilles accessoires; dans la seconde, il y a un véritable hiatus, les grandes papilles principales sont énormes et dans la dépression qui les sépare se trouvent quelques papilles accessoires, accompagnant parfois une petite papille principale. Certaines de ces espèces, comme les deux suivantes, pourraient bien n'être que des variétés locales de *P. Edwardsi*.

» On est ainsi progressivement conduit au *P. Sedgwicki* (*P. Edwardsi* Sedg.), dans lequel deux papilles principales consécutives sont séparées par un large intervalle bas où se trouvent éparses une ou deux petites papilles principales et quelques papilles accessoires fort réduites. Je rattache provisoirement à cette espèce, sous le nom de var. *Bavaysi*, un Péripate à ligne claire atrophiée, que M. Bavay a rapporté de la Guadeloupe. Le *P. dominicæ* Poll. est également une forme très voisine, mais je n'ai pu me le procurer jusqu'ici.

» *En résumé*, l'intérêt de cette Note a été : 1° de mettre en relief certains caractères ignorés ou mal connus des Péripates américains; 2° de montrer comment on peut tirer parti de ces caractères pour différencier les espèces; 3° d'établir que les Péripates américains forment de petits groupes régionaux plus ou moins différents les uns des autres, de sorte qu'il est à prévoir que chaque île des Antilles a ses espèces ou ses variétés particulières. J'ajouterai que cette Note fait connaître les Péripates en beaucoup de points où on ne les avait pas encore signalés : au Mexique, à la Guadeloupe, à Antigua et dans la région du Haut-Carsevenne. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Asphyxie spontanée et production d'alcool dans les tissus profonds des tiges ligneuses poussant dans les conditions naturelles.* Note de M. **Henri Devaux**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« En poursuivant l'étude des échanges gazeux des plantes ligneuses, j'ai été frappé de voir combien l'atmosphère interne de leurs tiges est relativement pauvre en oxygène. Souvent la proportion de ce gaz descend au-dessous de 10 pour 100. Or cette proportion n'est qu'une moyenne, elle correspond au mélange des atmosphères des tissus superficiels avec les atmosphères des tissus profonds. Les premières sont nécessairement plus

pures que les secondes, et il est certain, *a priori*, que les tissus profonds des tiges ligneuses n'ont à leur disposition qu'un air pauvre en oxygène et se renouvelant difficilement. Ces tissus seront donc en état d'asphyxie dès que la respiration deviendra un peu intense sous l'influence d'une température élevée. Peut-être même cette asphyxie existe-t-elle à la température ordinaire dans les tissus les plus profonds des grosses tiges ligneuses. Examinons ces deux points.

» *Action d'une température élevée.* — La respiration monte rapidement avec la température. Pour le Fusain, par exemple, elle est cinq fois plus forte à 35° qu'à 17° (1).

» 1° J'ai placé des tiges ligneuses vivantes dans une étuve à 35°; des sujets semblables servant de témoins ont été laissés au laboratoire à la température de 16° à 19°. Au bout de un à trois jours, la composition de l'atmosphère interne, devenue bien constante, indiquait les proportions centésimales suivantes d'oxygène :

	Oxygène pour 100	
	à 17°.	à 35°.
Prunus spinosa..........	10,54	0,46
Populus pyramidalis.....	16,32	8,62
Vitis vinifera...........	9,38	0,22
Vitis vinifera...........	13,12	4,04
Corylus avellana.........	9,72	0,52
Castanea vulgaris........	10,08	0,48

» On voit que l'oxygène a dû manquer, pour plusieurs sujets, dans les tissus profonds, la petite proportion trouvée provenant certainement des tissus superficiels.

» 2° C'est ce que démontre, en effet, d'une manière évidente le changement de valeur du rapport $\frac{CO^2}{O}$. Ce rapport, indiquant le quotient du CO^2 dégagé par l'oxygène absorbé, est normalement constant et plus petit que l'unité, à n'importe quelle température (2). Or ici, il augmente toujours et devient plus grand que l'unité (sauf pour le *Thuya*) quand l'intensité respiratoire s'accroît :

(1) D'après MM. Bonnier et Mangin.

(2) Bonnier et Mangin, *La fonction respiratoire chez les végétaux* (*Ann. des Sc. natur.*, 7e série, t. II).

Respiration comparée.

	$\frac{CO^2}{O}$ à 17°-19°.	$\frac{CO^2}{O}$ à 35°.
Castanea vulgaris	0,97	3,91
Pirus domestica	0,81	1,61
Alnus glutinosa	0,80	1,04
Ulmus campestris	0,98	1,34
Sambucus nigra	0,87	1,04
Ficus carica	1,50	2,71
Thuya occidentalis	0,75	0,82

» L'augmentation, souvent considérable, du rapport $\frac{CO^2}{O}$ avec la température est l'indice d'une production accessoire de CO^2. Cette production ne peut provenir que d'une *fermentation propre*, d'une décomposition du sucre des cellules vivantes luttant contre l'asphyxie. On sait que cette lutte donne naissance à de l'alcool en même temps qu'à du CO^2.

» 3° J'ai donc recherché l'alcool dans les tiges ligneuses placées à l'étuve à 35°. Des tiges et des branches de plantes ligneuses diverses : *Alnus glutinosa, Castanea vulgaris, Corylus avellana, Quercus pedunculata, Robinia pseudo-acacia, Salix caprœa, Vitis vinifera, etc.*, ayant de 2^{cm} à 8^{cm} de diamètre, ont séjourné dans cette étuve pendant un ou plusieurs jours. Puis elles ont été débitées en copeaux qui ont été soumis à la distillation en présence d'un grand excès d'eau. J'ai ainsi obtenu des quantités sensibles d'alcool. Ce corps a été caractérisé :

» 1° Par les stries mobiles qui apparaissent durant la distillation au point de condensation des vapeurs;

» 2° Par le compte-gouttes Duclaux;

» 3° Par la réaction de l'iodoforme.

» L'alcool existait donc certainement dans ces tiges. De sorte que les trois preuves indépendantes que nous avons invoquées (atmosphère interne, rapport $\frac{CO^2}{O}$ et présence de l'alcool) concordent d'une manière satisfaisante et prouvent ensemble qu'une asphyxie partielle existe dans les tiges ligneuses à la température de 35°.

» *Température ordinaire.* — L'asphyxie partielle existe encore à la température ordinaire (comme permet de le soupçonner, pour le *Ficus carica*, le

rapport $\frac{CO^2}{O} = 1,50$). *Car des tiges ligneuses distillées directement, aussitôt après avoir été cueillies, ont toutes fourni de l'alcool.* Les recherches ont porté sur des rameaux ou de jeunes troncs de 2^{cm} à 10^{cm} de diamètre. La température extérieure (avril, mai) avait oscillé entre 12° et 20° environ.

» L'alcool a été caractérisé comme dans le cas précédent. Sa proportion était toujours moindre que dans les tiges semblables ayant séjourné à l'étuve à 35° (*Prunus*, deux fois moindre; *Corylus*, cinq à six fois, etc.). Cette proportion, déterminée au compte-gouttes Duclaux et aussi par un appareil à réfraction, est difficile à apprécier, à cause de la présence fréquente d'essences; elle varie entre $0^{cc},1$ et 1^{cc} d'alcool absolu par kilogramme de bois frais.

» La production constante d'alcool par les parties végétatives des plantes aériennes est un fait important sur lequel il y aura lieu de revenir.

» *Conclusions.* — 1° Les tissus profonds des tiges ligneuses sont, à partir d'un certain diamètre, en état d'asphyxie. L'oxygène libre leur manque, ils subissent la fermentation propre avec dégagement de CO^2 et d'alcool;

2° Cette asphyxie partielle est augmentée par une élévation de température, mais elle existe dès la température ordinaire. »

BOTANIQUE. — *Le* guidroa, *arbre à caoutchouc de Madagascar.* Note de M. **Henri Jumelle**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Parmi les végétaux caoutchoutifères qui constituent une des grandes richesses actuelles de Madagascar, le *guidroa* est un de ceux qui paraissent le plus couramment exploités dans l'ouest de l'île, dans le Bouéni et dans le Ménabé; et nous en avons fait mention dans l'Ouvrage que nous avons récemment publié sur les *Plantes à caoutchouc et à gutta dans les colonies françaises*.

» Nous n'avons toutefois pu, à ce moment, désigner le *guidroa* que sous son nom indigène, le seul qu'on trouve indiqué dans les rapports ou dans les récits des explorateurs; et il restait à établir quelle plante est en réalité cet arbre, s'il est une espèce nouvelle ou avec quelle espèce déjà connue il doit être identifié.

» Grâce à des matériaux botaniques très complets qu'a bien voulu nous envoyer de Suberbieville M. Périer de la Bathie, nous pouvons aujourd'hui combler cette lacune.

» Donnons tout d'abord une description complète de l'arbre, d'après les spécimens que nous avons pu examiner et d'après les renseignements que nous a communiqués notre obligeant correspondant.

» Le *guidroa* ne dépasse guère 5^m ou 6^m de hauteur. Son tronc, dont le diamètre moyen est de 15^{cm} à 20^{cm}, est recouvert d'un rhytidome gris blanchâtre qui se détache par écailles; et ces écailles contiennent du latex en abondance, car lorsqu'on les brise avec précaution en écartant les deux fragments, le caoutchouc s'étire en fils nombreux, tellement élastiques que les deux parties écartées se rapprochent dès qu'on les abandonne à elles-mêmes. Les rameaux très jeunes seuls sont couverts de poils; sur les branches plus âgées sont quelques lenticelles blanchâtres.

» Les feuilles sont opposées et pétiolées. Le limbe est ovale, souvent presque arrondi à la base et se prolongeant peu le long du pétiole; son sommet est quelquefois légèrement acuminé, mais souvent aussi arrondi et, parfois même, un peu échancré. Les huit ou neuf paires de nervures secondaires forment, avec la nervure principale, un angle très ouvert; très visibles et proéminentes sur la face inférieure, elles s'unissent entre elles, sur le bord du limbe, par leurs ramifications extrêmes. Les nervures tertiaires, très fines, s'anastomosent en réseau.

» Toutes ces nervures ainsi que le pétiole sont recouverts de poils roux, qu'on retrouve d'ailleurs, mais moins nombreux et plus caducs, sur le reste du limbe; et tous ces poils épais et courts, unicellulaires, donnent à la feuille un fort velouté, qui ne disparaît que sur les échantillons âgés.

» Dans les feuilles les plus grandes, le pétiole mesure 10^{mm} à 12^{mm} et le limbe 8^{cm} à 9^{cm} de longueur, sur 5^{cm} à 6^{cm} de largeur.

» Les fleurs, qui apparaissent d'octobre à juin, sont axillaires, par groupes de 3 à 7 et portées, chacune, par un pédicelle de 7 à 10^{mm}, à forte pubescence rousse et qu'entourent à la base de petites bractées également velues.

» Ces fleurs mesurent, en moyenne, 5^{cm} de longueur quand elles sont encore fermées et $3^{cm},5$ quand elles sont épanouies. Au-dessous du calice, la corolle se prolonge en un tube d'abord étroit, puis élargi, que surmontent 5 lobes ovales, aigus, légèrement dentés et ondulés sur les bords.

» Le calice (5^{mm} à 7^{mm}) est divisé presque jusqu'à sa base en 5 sépales de largeurs inégales : 1 très large, puis 2 étroits et les 2 autres intermédiaires. Ces sépales sont couverts de poils roux sur la face externe; intérieurement, ils portent, au niveau de leur région de soudure, des glandes obtuses.

» Dans la corolle, qui est poilue sur la face externe, la partie étroite du tube a 20^{mm} à 25^{mm} de longueur, la partie élargie 10^{mm} à 12^{mm} et chaque lobe a 15^{mm} à 18^{mm} de longueur sur une largeur médiane à peu près égale. Le tube est rouge violet dans les deux tiers inférieurs, plus clair dans la partie large; les lobes sont lavés de rose extérieurement.

» Les 5 étamines sont insérées par des filets très courts à la base de la partie élargie du tube corollaire; les anthères sont sagittées, très aiguës et appliquées contre le stigmate. Les grains de pollen sont sphériques et à trois pores.

» Le pistil est composé de deux ovaires velus, surmontés d'un style unique; le stigmate est ovoïde, légèrement bilobé au sommet.

» Autour des ovaires, et les recouvrant complètement, est un disque de cinq écailles, dont quatre sont presque toujours soudées par paires, une seule restant isolée.

» Le fruit, qui mûrit de février à juin, est formé de deux follicules cylindriques, de 12^{cm} à 18^{cm} de longueur, à surface cannelée, portant au début quelques poils blanchâtres. Les graines sont munies, au sommet, d'une aigrette brune.

» Par tous ces caractères, notre plante appartient nettement au genre *Mascarenhasia*, de la famille des Apocynées. Mais la description ci-dessus, dans son ensemble, ne se rapportant exactement à aucune des quinze ou seize espèces de ce genre actuellement connues, nous croyons pouvoir considérer le *guidroa* comme une espèce nouvelle que nous nommerons *Mascarenhasia velutina*, pour rappeler le velouté très caractéristique de ses feuilles.

» Pour en récolter le caoutchouc, les Sakalaves pratiquent sur le tronc de l'arbre, pendant la saison sèche, alors que le lait est très épais, de nombreuses incisions. Le lait se coagule presque immédiatement, au-dessous de la blessure, en formant de petites bandes de gomme, que les travailleurs reviennent enlever une heure plus tard, et qu'ils agglomèrent en boules. Un seul homme, par ce procédé, récolte facilement 1^{kg} de produit en une journée.

» Le caoutchouc ainsi recueilli est de bonne qualité et est même, paraît-il, plus nerveux que celui obtenu par ébullition. Les échantillons que nous avons vus et qui ont été préparés par cette dernière méthode sont cependant déjà très élastiques, très résistants et sans viscosité.

» Un litre de lait donne, en moyenne, 415^{gr} de gomme.

» Dans l'Ouvrage que nous avons cité plus haut, nous avons déjà indiqué que le *guidroa* peut être bouturé; des essais tentés à Madagascar ont réussi.

» A l'état sauvage, l'arbre pousse surtout dans les bois secs et rocailleux. M. de la Bathie l'a trouvé à Andriba, dans les vallées de la Betsiboka et de l'Ikopa, etc.

» Au point de vue botanique, la détermination du *guidroa* offre un intérêt d'autant plus grand que, tout récemment, M. K. Schumann, de Berlin, a reconnu que l'arbre *mgoa*, qui fournit, sur la côte orientale d'Afrique, une partie du caoutchouc de Zanzibar, est une espèce du même genre *Mascarenhasia*, nommée par M. Schumann *M. elastica*. D'autre part, en 1895, M. Baker avait signalé, très incidemment d'ailleurs, dans ses diagnoses, que le *Mascarenhasia utilis*, qui est le *ramiranja* de Madagascar, peut donner une gomme élastique.

» Il semble ainsi que ce genre *Mascarenhasia*, qu'on ne trouve que sur la côte orientale d'Afrique et à Madagascar (surtout dans le nord et à l'ouest), doive prendre, dans l'histoire des plantes à caoutchouc de ces régions, une place importante qu'on ne lui avait pas attribuée jusqu'alors. »

BOTANIQUE. — *Sur le parasitisme du* Ximenia americana L. Note de M. **Édouard Heckel**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Dans une Communication du 11 novembre dernier à la *Société botanique de France*, j'ai fait connaître les singuliers phénomènes présentés par la germination des graines de *Ximenia americana* L. (espèce type et variété *X. elliptica* Forster de Nouvelle-Calédonie). Je les rappelle très brièvement après en avoir constaté l'existence et la constance dans plus de cinquante graines germées et pour les mettre ici en comparaison avec des faits nouveaux que je viens de relever dans les racines de ce végétal.

» Il se forme d'abord sur la tigelle cinq écailles qui précèdent toujours les vraies feuilles; les deux écailles les plus inférieures et les plus rapprochées des cotylédons qui restent inclus dans la graine s'incurvent, se décolorent, deviennent positivement géotropiques, s'allongent sous forme de racines non divisées (d'où le nom d'*écailles radiciformes* que je leur ai donné), s'amincissent à la pointe et s'enfoncent finalement dans la gouttière formée par les pétioles cotylédonaires. Là, les deux épidermes s'affrontent, puis s'unissent, au moins sur une partie de leur étendue, pendant que l'organe tubulé se creuse un sillon sur la surface cotylédonaire.

» La structure des écailles radiciformes, d'abord absolument semblable à celle des autres écailles, finit par se modifier un peu à son extrémité adhérente à l'épiderme cotylédonaire : son unique méristèle se divise, en effet, plusieurs fois, multipliant ainsi le tissu conducteur dont l'abondance affirme le rôle d'absorption dans l'organe.

» Ces faits, inconnus jusqu'ici dans le règne végétal, viennent de s'éclairer par l'observation d'autres phénomènes biologiques non moins nouveaux et non moins intéressants que j'ai relevés sur les racines de cette même espèce. Les racines et le chevelu radicellaire portent des suçoirs multiples, les uns très petits, d'autres moins nombreux assez gros, et chaque racine ou radicelle se termine par un de ces organes.

» Mes germinations ont porté : 1° sur des graines mises isolément en

pots et 2° sur d'autres réunies plusieurs dans une même large terrine. Dans le premier cas, les suçoirs, ne pouvant s'appliquer sur les racines des plantes voisines, se sont fixés sur la tige propre de la plante ou même sur sa graine, c'est-à-dire sur le spermoderme, quand, pour hâter la germination, j'avais enlevé l'endocarpe osseux de la drupe. Ce sont là des faits d'autoparasitisme qui ont été observés depuis longtemps déjà par mon très regretté maître, J.-E. Planchon, de Montpellier. Dans le second cas, les racines ont porté leurs suçoirs tantôt sur les racines des pieds de *Ximenia* voisins, tantôt sur leurs tiges ou racines propres.

» Ces suçoirs, d'abord sphériques et peu développés, grossissent sensiblement dès qu'ils se sont appliqués sur une racine ou sur une tige; ils deviennent coniques à base élargie et rappellent ceux des *Thesium* qui sont bien connus. Leur structure anatomique sera donnée dans un Mémoire spécial avec figures à l'appui : ils rappellent ceux que Solms-Laubach a fait connaître et a dessinés dans le *Thesium pratense* Ehrh.

» Les phénomènes de parasitisme, inconnus jusqu'ici dans les OLACACÉES et que je viens d'indiquer dans *Ximenia,* établissent un lien de plus entre cette famille et celle des SANTALACÉES. Il y a tout lieu de supposer, en effet, que la plupart, sinon la totalité des OLACACÉES, doivent présenter des phénomènes biologiques similaires. Mais les *Ximenia* se distingueront toujours des SANTALACÉES, au moins par cette singularité, qui paraît leur être propre, que l'autoparasitisme, y acquérant son maximum d'intensité, n'épargne pas le système foliaire.

» Il me paraît difficile, en effet, de ne pas admettre, en rapprochant les faits que je viens d'exposer dans la tige et dans la racine des *Ximenia,* qu'il y a corrélation entre la manière de se comporter du système aérien et du système souterrain. N'y aurait-il pas lieu de voir, dans la singulière formation des *écailles radiciformes,* la manifestation et la fixation dans le système foliaire de la tendance autoparasitaire qui est si marquée dans les racines? »

MINÉRALOGIE. — *Sur les rhyolites à œgyrine et riebeckite du pays des Somalis.* Note de M. **A. LACROIX**, présentée par M. Fouqué.

« M. Tristan Lacroix a rapporté du pays des Somalis et de l'Abyssinie une importante collection de roches volcaniques dont il m'a confié l'étude. La région que doit traverser le chemin de fer de Djibouti à Harrar est particulièrement intéressante au point de vue pétrographique; la zone d'in-

fluence française notamment est constituée par des alternances de grès et de calcaires non fossilifères que traversent et recouvrent des filons et des coulées de roches basaltiques et rhyolitiques; je ne m'occuperai dans cette Note que de ces dernières.

» Ces rhyolites présentent toutes des caractères communs : elles sont compactes et rubanées et possèdent, dans ce dernier cas, une véritable schistosité qui, jointe aux fréquents plissements de leurs strates, les fait prendre, de loin, pour des schistes. On n'y distingue à l'œil nu que de petits cristaux de quartz bipyramidés et de feldspath souvent chatoyant, disséminés dans une pâte grise, verdâtre ou rougeâtre. Ces roches pierreuses sont souvent accompagnées d'obsidiennes vitreuses, noires ou grises, à cassure perlitique.

» L'examen microscopique fait voir que le feldspath est exclusivement constitué par de l'orthose sodique ou bien de l'anorthose sans macles de l'albite; il n'existe, en fait de phénocristaux, ni feldspaths calcosodiques, ni éléments ferrugineux.

» La pâte, généralement riche en verre, possède une composition et une structure variables; elle renferme de l'orthose en microlites ou en sphérolites à allongement négatif, des grains ou des éponges de quartz globulaire. Cette composition vient se compliquer (crête entre la vallée d'Haleylé et celle d'Haraha Bihellé, vallées d'Haraha, de Daal, de Hol-Hol, de Dahita) par l'apparition de pyroxène et d'amphibole sodiques. Dans quelques roches, ces derniers minéraux (*œgyrine* et *riebeckite*) forment d'innombrables microlites filiformes, alignés dans le sens de la fluidalité ou de petites plages pœcilitiques.

» Telle est la composition normale de ces rhyolites; un grand nombre d'entre elles, et principalement celles qui sont rubanées, présentent en outre d'importantes particularités. Les divers lits qui les constituent sont séparés les uns des autres par des zones de couleur différente, à texture moins compacte, fréquemment poreuse; elles renferment même des cavités étendues, véritables lithophyses, dans lesquelles se rencontrent des cristaux de feldspath, d'œgyrine, de riebeckite. Dans d'autres échantillons, la continuité des lits de la roche normale est rompue d'une façon capricieuse, souvent même celle-ci n'existe plus que sous forme de petits lambeaux, ayant conservé leur position primordiale au milieu de la masse de couleur différente qui les englobe. On reconnaît, par cette description, une certaine analogie de structure entre ces roches et le *piperno* de la Pianura, dans les Champs-Phlégréens.

» L'étude des lames minces fait voir que les zones dont il vient d'être question sont toujours plus largement cristallisées que la roche normale; leur structure est holocristalline. Les élément ferrugineux y sont plus gros, souvent concentrés en paquets de petits grains, quelquefois réunis à axes parallèles pour former le squelette d'un cristal plus grand; mais l'intérêt principal se concentre sur les relations mutuelles du quartz et du feldspath : tantôt ces minéraux constituent une masse microgranitique, tantôt le feldspath se présente en sphérolites très réguliers à allongement négatif dont le centre est riche en aiguilles d'œgyrine à disposition radiale et dont la périphérie est moulée par le quartz. Enfin, dans d'autres cas, il existe des éponges de quartz globulaire et des plages arrondies de micropegmatites, dans lesquelles les rapports habituels des éléments constituants sont renversés; l'orthose y forme en effet les cristaux cristallitiques que moule le quartz. Ces diverses structures s'associent entre elles.

» Une préparation taillée au contact d'un fragment de la rhyolite normale et d'une de ces zones plus cristallines offre ainsi la réunion et l'enchevêtrement d'une structure très fluidale avec orientation des microlites, impliquant un mouvement très net postérieur à leur cristallisation, et d'une structure sphérolitique des plus régulières, nécessitant pour sa production un repos parfait.

» L'association assez paradoxale dans une même roche de deux structures, correspondant à des conditions de cristallisation absolument opposées, démontre que la formation de la roche s'est effectuée de deux façons différentes; les zones les plus cristallines ne sont point d'origine ignée, d'origine primaire, mais le résultat de l'action sur la rhyolite normale de la vapeur d'eau et des fumerolles ayant accompagné son éruption et sa consolidation. C'est là un phénomène secondaire, postérieur à l'arrêt de la roche volcanique, mais sans aucun doute un *phénomène secondaire immédiat,* du même ordre que celui qui, dans les andésites de Santorin, a donné naissance aux minéraux sur lesquels j'ai récemment appelé l'attention de l'Académie ([1]); il est comparable à celui qui a produit des minéraux si intéressants dans les fentes des trachytes d'Ischia et qui a déterminé la production des sphérolites feldspathiques des masses grises scoriacées englobant les *flammes* du piperno de la Pianura.

» L'intérêt spécial de nos roches résulte de leur composition chimique, qui a permis la production, dans ces conditions nettement dé-

---

([1]) *Comptes rendus,* 27 décembre 1897.

finies, non seulement de l'orthose, de l'œgyrine et de la riebeckite, mais encore du *quartz*, qui, dans ses associations avec le feldspath, reproduit tous les types holocristallins de structure, caractéristiques de la pâte des roches éruptives acides : structures micropegmatique, microgranitique, globulaire et sphérolitique, que l'on est habitué à considérer comme d'origine primaire. Les conditions qui ont présidé à la cristallisation des roches quartzifères sont encore si obscures que les faits signalés dans cette Note m'ont paru mériter une mention toute particulière.

» Indépendamment de cette question théorique qu'elles soulèvent, les rhyolites des Somalis constituent un type pétrographique qui n'existe, strictement identique, dans aucune autre région ; elles se rattachent, à certains égards, à quelques-unes des *pantellerites* de Pantellaria, des *comendites* de la Sardaigne. Les roches à pyroxène et amphibole sodiques paraissent abonder dans cette partie de l'Afrique. M. Michel Lévy a décrit une téphrite phonolitique à œgyrine dans le Choa et M. Prior vient de signaler des trachytes à riebeckite et œgyrine dans le Tigré ; enfin il n'est pas inutile de rappeler que c'est à l'île de Socotora, à l'extrémité orientale de la presqu'île des Somalis, que la riebeckite a été pour la première fois découverte dans un granite. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les roches éruptives du Cap-Blanc (Algérie).* Note de MM. **L. Duparc** et **E. Ritter** (1), présentée par M. Michel Lévy.

« Les roches éruptives néo-volcaniques des environs de Ménerville (Algérie) ont été réunies *in globo* dans la catégories des liparites (2). Elles constituent une série de neuf pointements éruptifs distincts, dont nous avons entrepris l'étude complète au double point de vue géologique et pétrographique.

» Celui du Cap-Blanc forme une série de rochers, élevés de quelques mètres, qui surgissent de la côte plate et s'avancent en cap dans la mer, en formant une barrière de récifs. La roche éruptive se présente dans le gisement soit en coulées épaisses, soit sous forme d'un conglomérat éruptif. Elle est de couleur grise ou verdâtre, nettement porphyrique, à première

---

(1) Genève, laboratoire de Minéralogie de l'Université.

(2) E. Ficheur, *Description géologique de la Kabylie*, etc., Alger, 1890. — Curie et Flamand, *Explication de la Carte géologique de l'Algérie*, 2e Partie.

consolidation toujours visible à l'œil nu, mais d'abondance variable. Au microscope, cette première consolidation renferme exclusivement les éléments suivants : biotite, hornblende, plagioclases basiques, quartz.

» La *biotite*, en lamelles hexagonales plus ou moins corrodées, est souvent d'une fraîcheur exceptionnelle; plus rarement elle est altérée et bordée alors d'une auréole de produits ferrugineux. Elle est à un ou deux axes optiques; dans ce dernier cas, $2v$ ne dépasse pas 50°. Polychroïsme : ng = brun foncé presque noir, np = jaunâtre très pâle. Elle renferme d'abondantes inclusions d'apatite, plus rarement du zircon.

» La *hornblende* est exceptionnelle et d'habitude profondément altérée. Sur quelques débris, on a pu mesurer des extinctions de 20° environ pour ng.

» Bissectrice aiguë $= np$, $ng - np = 0,025$. Polychroïsme : ng = brun foncé, np = brun pâle. Elle contient aussi de l'apatite.

» Les *plagioclases*, en majorité d'un type plutôt basique, sont compris entre Ab_3An_4 et Ab_3An_4. Ils vont parfois même jusqu'à An. Prédominants dans la première consolidation, ils présentent les macles de l'albite et de Karlsbad, plus rarement celles du péricline. Les profils observés sont : p, h^1, $a^{\frac{1}{2}}$, a^1, $b^{\frac{1}{2}}$. Tous sont zonés, et les récentes méthodes de M. Michel Lévy (¹) pour les feldspaths zonés et maclés selon les deux lois de l'albite et de Karlsbad, comme aussi celles de M. Fouqué (²) pour les sections perpendiculaires aux bissectrices et aux axes optiques, permettent, pour ainsi dire, la détermination de chaque individu, ce que nous avons fait pour un très grand nombre de sections minces.

» Il ressort de cette étude qu'il n'y a aucune règle dans la succession des différentes zones feldspathiques, car l'on observe fréquemment sur les bandelettes concentriques des teneurs en An qui pour un même cristal oscillent entre 30 et 60 pour 100. Tantôt le centre est plus basique que la périphérie, tantôt c'est l'inverse que l'on observe sur différents cristaux d'une même préparation.

» Dans certains cas, ce ne sont que deux termes rapprochés comme Ab_5An_3 et Ab_4An_4 ou au contraire éloignés comme Ab_5An_3 et Ab_3An_4 qui alternent dans les différentes zones d'un même feldspath; dans d'autres par contre, il y a alternance réitérée des principaux termes compris entre

(¹) A. Michel Lévy, *Étude sur la détermination des feldspaths*, fascicules I et II, 1894 et 1896.

(²) F. Fouqué, *Contribution à l'étude des feldspaths*. Paris, 1894.

Ab_5An_3 et An. De toute façon, on peut affirmer que, dans chaque préparation, il n'y a pas deux sections de feldspath qui soient identiques; ce qui montre une fois de plus l'erreur que l'on commettrait en prenant, comme point de départ pour une classification des roches porphyriques, les feldspaths de la première consolidation.

» Le *quartz* est rare, il manque même totalement sur certains spécimens. Il présente la forme bipyramidée, et des corrosions profondes. Souvent il est entouré d'une auréole de quartz spongieuse.

» La seconde consolidation est parfois vitreuse, ce qui est l'exception. Le verre, isotrope et incolore, renferme cependant quelques légères dévitrifications. Il présente presque toujours des fissures perlitiques. Il convient d'ajouter que, dans les types à pâte vitreuse, la première consolidation n'est jamais très abondante, et les plagioclases y montrent des types un peu plus acides compris entre Ab_5An_3 et Ab_3An_1.

» Dans la grande majorité des cas, la pâte est cristalline et de structure franchement microgranulitique; le quartz y est abondant; elle renferme en outre de petites lamelles de biotite chloritisées et de petits grains ferrugineux opaques. On y trouve aussi quelques débris de feldspaths analogues à ceux de la première consolidation, puis des microlithes courts et carrés, qui s'éteignent à quelques degrés de leur allongement négatif (orthose ?). Le grain de la pâte est variable, parfois assez gros; il reste souvent un peu de matière vitreuse. Rarement la seconde consolidation est globulaire; les éponges de quartz sont alors plus ou moins arrondies, caverneuses, et plus grosses que les grains du même minéral. Quelques sphérolithes à croix noire ont été observés exceptionnellement.

» Deux analyses faites sur deux roches différentes, à structure microgranulitique, ont donné :

	I.	II.
SiO^2	63,00	67,88
Al^2O^3	17,40	14,45
Fe^2O^3	5,03	5,74
CaO	5,71	5,19
MgO	1,02	6,27 par différence
Alcalis	7,36 par différence	
Perte au feu	0,48	0,47
	100,00	100,00

» Les roches éruptives du Cap-Blanc doivent donc être considérées comme des quartz-porphyres néo-volcaniques, d'un caractère basique, à structure microgranulitique ou vitrophyrique. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur l'existence dans le sang des animaux d'une substance empêchant l'action de la présure sur le lait.* Note de M. A. **Briot** (¹), présentée par M. Duclaux.

« On sait qu'il existe des diastases dont le rôle consiste à empêcher les effets d'autres diastases. On connaît, par exemple, le *thrombase* des sécrétions buccales de la sangsue, qui s'oppose *in vitro* et *in vivo* à la coagulation du sang par la plasmase.

» En étudiant ces substances antagonistes, j'ai constaté que le sérum normal de beaucoup d'animaux possède, à des degrés divers, la propriété d'empêcher la coagulation du lait par la présure.

» Voici les résultats que fournit le sérum de cheval : si l'on introduit de la présure dans un mélange de lait et de sérum de cheval, la coagulation du lait se trouve empêchée ou considérablement retardée. Cette action n'est pas due à l'alcalinité ni aux sels du sérum, car dans un mélange en mêmes proportions de lait et de solution physiologique de NaCl à 7 pour 100, alcalinisée par de la soude au même titre que le sérum, la coagulation du lait par la présure n'est que très faiblement ralentie.

» Pour mesurer l'intensité de cette action antiprésurante du sérum de cheval, à des volumes constants du mélange de lait et de sérum, on ajoute des doses progressivement croissantes de présure. Il arrive un moment où l'action antiprésurante du sérum se trouve exactement neutralisée par la présure, et où la plus légère addition de présure détermine la coagulation. Les phénomènes se passent comme s'il s'agissait d'un mélange de toxines et d'antitoxines. Quand cette action antiprésurante est neutralisée, il y a coagulation, mais nous ne trouvons plus la loi de proportionnalité inverse entre le temps de coagulation et la quantité de présure mise dans le lait. Ainsi, deux échantillons de lait additionnés d'une même quantité de sérum reçoivent des quantités a et b de présure et se coagulent en des temps t et θ. Nous n'avons pas la relation

$$at = b\theta,$$

mais la relation

$$(a - x)t = (b - x)\theta.$$

(¹) Travail fait au laboratoire du Dr Calmette, à l'Institut Pasteur de Lille.

» Cette quantité x de présure, qui n'agit pas sur le lait, est toujours la même pour une même quantité de sérum additionné au lait. Elle est proportionnelle à cette quantité de sérum et est égale à la dose minimum qu'il faut dépasser pour produire la coagulation. C'est la quantité de présure que neutralise le sérum additionné au lait.

» L'activité antiprésurante des divers sérums de cheval que j'ai étudiés était telle que 1^{cc} de sérum neutralisait de $\frac{1}{25}$ à $\frac{1}{18}$ de centimètre cube de présure Hausen de force $\frac{1}{100000}$, c'est-à-dire dont $0^{cm},1$ coagule 1^{lit} de lait en vingt minutes à 35°.

» *Le sérum de cheval renferme donc une substance capable de neutraliser les effets d'une certaine quantité de présure.*

» Quelle est la nature de cette substance?

» 1° Elle ne dialyse pas;

» 2° Elle est destructible par la chaleur;

» 3° Elle est précipitable par le sulfate d'ammonium et l'alcool.

» Tous ces caractères montrent que nous avons affaire à une diastase dont l'action est de neutraliser celle de la présure.

» Le sérum de cheval n'est pas le seul qui renferme de l'antiprésure. J'ai étudié le sang d'animaux de diverses espèces et déterminé le pouvoir antiprésurant de leur sérum, en évaluant la quantité de sérum qui, mélangée à $0^{cc},1$ de présure de force $\frac{1}{100000}$, en supprime les effets. Cette dose de $0^{cc},1$ de présure sera notre *unité de présure*.

Espèces animales.	Quantités de sérum en centimètres cubes capables de neutraliser *in vitro* l'unité de présure.
Porc	de 1,3 à 2
Cheval	de 1,8 à 2,5
Veau	de 30 à 50
Jeune lapin de quatorze jours	30
Poule	50
Mouton	70
Bœuf et vache	de 70 à 150
Lapin adulte	120
Chèvre	200

» J'ai constaté, en outre, que l'albumine d'œuf de poule a une activité antiprésurante, telle que 40^{cc} neutralisent *in vitro* l'unité de présure.

» Il importe d'observer que tous les animaux étudiés produisent de la présure en quantité variable.

» Il était tout indiqué de rechercher si, par des injections répétées de présure, à des lapins par exemple, on pouvait arriver à augmenter l'activité antiprésurante de leur sérum. Nos prévisions se sont réalisées :

» Trois lapins ont reçu sous la peau respectivement deux, trois et huit injections successives de 5^{cc} de présure dialysée. Entre chaque injection, on laissait l'animal au repos pendant huit jours.

» Les pouvoirs antiprésurants étaient devenus :

Pour le lapin n° 1, après deux injections.........	100
Pour le lapin n° 2, après trois injections.........	80
Pour le lapin n° 3, après huit injections	5

c'est-à-dire que pour ce dernier, le pouvoir antiprésurant était vingt-quatre fois plus grand que pour le lapin normal.

» Nous voyons donc la quantité d'antiprésure augmenter progressivement dans le sang des animaux qui reçoivent des injections répétées de présure, exactement comme l'antitoxine chez les animaux en cours d'immunisation. Cette réaction physiologique de l'organisme est une nouvelle preuve de l'analogie étroite que présentent les diastases normales, comme la présure, avec les toxines microbiennes, végétales et les venins. »

M. **Foveau de Courmelles** adresse une Note ayant pour titre : « Production électrolytique d'un nouvel alliage de platine ».

M. **Dezavelle** adresse une Note sur un appareil destiné à éviter les accidents produits par les chocs de locomotives.

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures un quart.

M. B.

ERRATA.

(Séance du 23 mai 1899.)

Note de M. *E. Ducretet* :

Page 1296, ligne 4 en remontant, *au lieu de* billes d'acier, *lisez* grains d'acier pur ou allié à différents métaux.



COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU LUNDI 5 JUIN 1899,

PRÉSIDENCE DE M. VAN TIEGHEM.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les développements en série des intégrales des équations différentielles par la méthode de Cauchy;* par M. **Émile Picard**.

« 1. Les types d'équations différentielles sont assez rares, pour lesquelles on peut affirmer que les intégrales correspondant à certaines données initiales restent continues pour toute valeur de la variable indépendante (que nous supposons être le temps). D'après les énoncés habituels, les développements classiques des intégrales des équations différentielles restent seulement convergents dans le voisinage de l'instant initial. On peut donc attacher quelque intérêt à avoir des développements valables *tant que les intégrales restent continues*. M. Painlevé a fait à ce sujet des remarques très intéressantes en montrant qu'une fonction holomorphe

d'une variable réelle dans un intervalle pouvait être développée en une série de polynomes dont les coefficients dépendent linéairement des valeurs de la fonction et de ses dérivées pour $t = t_0$. Ce résultat, dont l'application aux équations différentielles est immédiate, a été déduit par M. Painlevé des développements en séries de polynomes qu'il avait précédemment obtenus pour les fonctions holomorphes dans une aire convexe; les travaux récents de M. Mittag-Leffler et ceux de M. Borel permettent de le retrouver d'une autre manière.

» 2. Je me propose de montrer que des développements analogues aux précédents peuvent être obtenus par la simple application de la méthode élémentaire employée par Cauchy pour démontrer l'existence des intégrales des équations différentielles, méthode dont l'idée essentielle consiste à remplacer celles-ci par une succession d'équations aux différences. Il suffira ici de prendre une seule équation; soit donc l'équation

$$\frac{dx}{dt} = f(x, t),$$

où nous supposons (¹) que la fonction f et ses dérivées $\frac{\partial f}{\partial x}$ et $\frac{\partial^2 f}{\partial x^2}$ soient continues pour les valeurs de x et t correspondant à l'intégrale qui prend pour $t = t_0$ la valeur x_0, cette intégrale étant supposée continue dans un certain intervalle. Il est facile d'obtenir un développement de l'intégrale *qui converge tant que l'intégrale restera continue dans les conditions indiquées*. Supposons l'intégrale continue de t_0 à α (α supérieur à t_0). Soit t compris entre t_0 et α; nous partagerons l'intervalle de t_0 à t en n parties égales, de manière à avoir les intervalles $t_0, t_1, \ldots, t_{n-1}$, et nous formons les équations successives

$$\begin{aligned} x_1 - x_0 &= \frac{t}{n} f(t_0, x_0), \\ x_2 - x_1 &= \frac{t}{n} f(t_1, x_1), \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots \\ x_n - x_{n-1} &= \frac{t}{n} f(t_{n-1}, x_{n-1}). \end{aligned}$$

» Nous obtiendrons pour x_n une fonction $\varphi_n(x_0, t)$; il est aisé de montrer

(¹) On pourrait faire des hypothèses un peu plus larges, mais cela est inutile pour les applications.

que, dans l'intervalle de t_0 à $\alpha'(\alpha' < \alpha)$, cette fonction représente l'intégrale cherchée avec une approximation inférieure à un nombre donné ε, si n est assez grand. Par un raisonnement bien connu, on en conclut alors que l'intégrale x peut être représentée par une série

$$P_1(x_0, t) + \ldots + P_n(x_0, t) + \ldots.$$

» Ce développement est convergent de t_0 à α et uniformément convergent dans l'intervalle (t_0, α'). Il résulte de là que la méthode de Cauchy (reprise par M. Lipschitz) est supérieure à toutes les autres méthodes proposées pour le même objet. La méthode d'approximation par quadratures successives, dont j'ai souvent fait usage, ne donne pas, en général, l'intégrale dans tout le champ où celle-ci est continue ([1]).

» 3. Prenons en particulier le cas des équations

$$(1) \qquad \frac{dx_i}{dt} = X_i(x_1, x_2, \ldots, x_n) \qquad (i = 1, 2, \ldots, n),$$

où les X sont des polynomes; on voit, d'après ce qui précède, que les x *pourront être représentés par des séries de la forme*

$$(2) \qquad P_1(x_1^0, x_2^0, \ldots, x_n^0, t) + \ldots + P_n(x_1^0, x_2^0, \ldots, x_n^0, t) + \ldots,$$

où les P *sont des polynomes en* t *et en* $x_1^0, x_2^0, \ldots, x_n^0$. Ces développements seront convergents tant que les intégrales x, correspondant aux conditions initiales $x_1^0, x_2^0, \ldots, x_n^0$ (pour $t = t_0$), *seront des fonctions continues du temps.*

» 4. Nous nous sommes borné à considérer les éléments réels. Avec peu

---

([1]) Je profite de l'occasion pour remarquer que cette dernière méthode ne coïncide nullement, comme on l'a cru quelquefois, avec un autre procédé d'intégration indiqué par Cauchy (*Œuvres complètes,* 1re série, t. V, p. 394), qui consiste à substituer aux équations

$$\frac{dx_i}{dt} = f_i(t, x_1, x_2, \ldots, x_n) \qquad (i = 1, 2, \ldots, n)$$

les équations

$$\frac{dx_i}{dt} = \alpha f_i(t, x_1, x_2, \ldots, x_n), \qquad (i = 1, 2, \ldots, n),$$

à développer l'intégrale suivant les puissances de α, et à faire ensuite $\alpha = 1$. On a bien là encore des quadratures successives, mais elles sont entièrement différentes de celles que donne la méthode précédente d'approximations, sauf quand les équations sont linéaires.

de modifications, on peut étendre ce qui précède à des domaines complexes. Si l'on considère, par exemple, les équations (1), *la série* (2) *sera convergente dans le domaine que M. Mittag-Leffler appelle une étoile,* et elle est de la catégorie des développements que l'éminent géomètre suédois vient d'étudier récemment dans les *Comptes rendus* et dans un Mémoire des *Acta Mathematica*. On voit que, dans le cas des équations différentielles, de tels développements se déduisent tout naturellement du procédé élémentaire et classique de Cauchy pour démontrer l'existence des intégrales. Quant à l'intérêt que des développements de cette nature peuvent présenter pour l'étude des intégrales, il ne faudrait peut-être pas se faire trop d'illusions. Pourra-t-on en tirer quelque indication pour l'étendue du domaine dans lequel les intégrales sont continues? Il serait imprudent de répondre par la négative, mais il n'est pas douteux que cette étude présentera de sérieuses difficultés. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Remarques sur la formation de l'alcool et de l'acide carbonique et sur l'absorption de l'oxygène par les tissus des plantes;* par M. **Berthelot**.

« Peut-être ne sera-t-il pas inutile de mettre sous les yeux de l'Académie quelques résultats que j'ai observés, en 1894, relativement aux questions signalées sous le titre de la présente Note. J'en avais dit quelques mots à ce moment. Les questions examinées ont été abordées à diverses époques et en dernier lieu renouvelées par une Communication intéressante de M. H. Devaux, dans le dernier numéro des *Comptes rendus;* c'est ce qui me décide à communiquer mes propres études.

» Je parlerai d'abord de la formation de l'alcool au sein des tissus végétaux, dans leur état normal. Elle fournit des données qui contredisent la nécessité, autrefois proclamée, de certains êtres organisés, agissant par leur vie même pour produire l'alcool. Sans revenir sur cette longue discussion, aujourd'hui tranchée par la découverte que M. Buchner a faite d'un ferment alcoolique soluble, je rappellerai seulement mes anciens essais, faits en 1860, et qui ont constaté la formation de l'alcool, sans apparition de cellules de levure de bière à aucun moment, aux dépens du glucose et de la mannite, ainsi que les résultats observés sur cette même formation dans les fruits par M. Lechartier, en 1869, et en dernier lieu,

en 1894, par mes propres études relatives aux feuilles (¹). M. H. Devaux indique aujourd'hui la même formation dans les tiges, en y joignant quelques données relatives à l'oxygène et à l'acide carbonique.

» Signalons d'abord quelles précautions, souvent négligées, sont indispensables pour permettre de conclure à la préexistence de l'alcool dans une plante vivante.

» Lorsqu'on recherche ce composé dans des organes séparés d'une plante, fruits, tiges ou feuilles, il convient de les détacher de la plante entière, prise en terre et bien vivante, dans un laps de temps extrêmement court, et quelques minutes au plus avant d'atteindre la température de distillation; il convient aussi d'écarter toute section, contusion ou mutilation préalable, susceptible de mélanger pendant un laps de temps supérieur à quelques minutes les liquides et les cellules de ces organes; ce mélange donnant très rapidement lieu par lui-même, avec ou sans le contact de l'air, et indépendamment de la vie de la plante complète, aux phénomènes de fermentation.

» Il me paraît utile, à ce point de vue, de reproduire les données numériques d'une expérience de ce genre, effectuée dans des conditions correctes, par laquelle a été constatée la préexistence de l'alcool dans les feuilles du blé (mai 1893). On a introduit les feuilles, aussitôt coupées, dans un ballon taré; on a pesé le tout et déplacé l'air du ballon par un courant d'hydrogène pur (²).

» Toutes ces opérations ont duré à peine quatre à cinq minutes. On a plongé aussitôt le ballon rempli d'hydrogène dans un bain d'huile chauffé d'avance à 110°, le courant d'hydrogène étant continué pendant tout le temps. La température intérieure de 94° a été atteinte au bout de dix minutes. On a poursuivi, en condensant par refroidissement le liquide distillé, en même temps qu'on dosait l'acide carbonique (absorbé au delà, par la potasse).

» Le liquide distillé renfermait une petite quantité d'alcool, soit 40^{mgr} environ (³), lequel avait passé d'ailleurs dès le commencement. Le dégagement d'acide carbonique n'a pas suivi une marche corrélative, au moins pour la totalité, car il s'est prolongé pendant plusieurs heures. Pour

---

(¹) Voir *Chimie végétale et agricole*, t. III, p. 311.
(²) *Chimie végétale et agricole*, t. III, p. 311.
(³) Dosage fait d'après la densité du liquide condensé. La nature même de l'alcool a été établie par une autre expérience, faite sur 10^{kg} de feuilles.

$28^{gr},8$ de feuilles humides, c'est-à-dire $7^{gr},8$ de feuilles sèches, le poids de l'acide carbonique a été trouvé :

		mgr
Après	1h30m	12,8
	2.30 consécutives	9,1
	5 »	22,7
	3.30 »	10,4
	3 »	2,4
	15,30	57,4

» D'après ces résultats, dans l'expérience actuelle, il est prouvé qu'il préexistait de l'alcool formé pendant la vie de la plante. Mais on ne saurait garantir cette préexistence lorsqu'on maintient des organes isolés, feuilles, tiges ou fruits, contusés ou déchirés, dans une étuve, à une température inférieure à 50° ou 60°, pendant plusieurs heures, ni même au delà d'un quart d'heure; ou bien lorsqu'on les échauffe avec de l'eau dans un alambic : quelques millièmes d'alcool, dans ces conditions, se trouvent formés, en grande partie pendant le cours même des manipulations destinées à le constater.

« Ce n'est pas là une hypothèse, car j'ai constaté le fait par l'accroissement avec le temps de la dose d'alcool obtenue à diverses reprises; chaque fois en opérant sur 10^{kg} de feuilles de coudrier, dans le but de recueillir une dose d'alcool plus forte. Ce mode d'opérer n'offre, je le répète, aucune garantie pour les dosages, ni même pour la démonstration de préexistence de l'alcool.

» Si l'on veut opérer avec exactitude sur un poids de feuilles un peu notable, il convient de renoncer à doser l'acide carbonique et de faire arriver immédiatement sur les feuilles un courant rapide de vapeur d'eau.

» En procédant ainsi, j'ai pu isoler une dizaine de grammes d'alcool éthylique et l'examiner. Cet alcool ne contenait pas en proportion sensible d'alcool méthylique, mais une dose appréciable d'alcools supérieurs, et une trace de composé camphré.

» L'alcool a été isolé en nature, par une suite de distillations fractionnées, suivie de sa séparation au moyen du carbonate de potasse pur et cristallisé. Puis on a changé cet alcool en éthylène, dont la composition a été vérifiée par analyse eudiométrique.

» Ce sont là des précautions indispensables, car la vue des stries, l'emploi du compte-gouttes, la formation de l'iodoforme, ne sont pas suffisants

pour autoriser aucune conclusion certaine, relative à l'existence même de l'alcool. Tous les liquides organiques volatils et solubles dans l'eau fournissent des stries et donnent des indications au compte-gouttes. Or, il existe un certain nombre de liquides de ce genre signalés dans les végétaux; la plupart produisent aussi de l'iodoforme et réduisent l'acide chromique. L'emploi de semblables réactions ne permet de rien conclure, et il est regrettable que les physiologistes transforment souvent en affirmations positives des indications aussi vagues et aussi mal définies.

» Ainsi, d'après mes expériences, les feuilles jeunes de blé et de coudrier, prises dans les conditions normales de leur végétation opérée au contact de l'air, c'est-à-dire avec le concours bien connu et opposé des fonctions respiratoires (oxydantes) et chlorophylliennes (réductrices), les feuilles, dis-je, peuvent contenir de petites quantités d'alcool, quantités voisines de quelques dix-millièmes dans mes essais. Il est probable que cet alcool provient des hydrates de carbone de la plante, bien qu'il puisse aussi être formé par des réactions d'une autre nature, telles que celles qui produisent un peu d'alcool méthylique dans certaines plantes.

Il convient maintenant de dire quelques mots sur le rapport entre l'acide carbonique produit et l'oxygène consommé, c'est-à-dire sur le coefficient respiratoire, $\frac{CO^2}{O}$, dont on abuse beaucoup en Biologie. J'en ai déjà signalé à plus d'une reprise l'insuffisance pour autoriser aucune conclusion précise et déterminée, tant en Physiologie animale qu'en Physiologie végétale. L'emploi de semblables indications doit se borner à mettre sur la voie de recherches plus approfondies et relatives à des principes complètement définis, mais il n'y supplée pas.

» C'est ce qui résulte d'ailleurs, pour l'expérience faite sur les feuilles de blé, des données mêmes de cette expérience, telles que je viens de les rappeler.

» Entre le poids de l'alcool, 40^{mgr} environ, et le poids total de l'acide carbonique, $57^{mgr},4$ recueillis, il n'existe aucun rapport simple. Il n'en existe pas davantage pour le poids d'acide carbonique recueilli pendant une heure et demie au début (12,8); ce dernier pouvant être regardé comme plus voisin de la dose préexistante avant distillation, quoiqu'il la surpasse assurément. La fermentation alcoolique proprement dite aurait dû fournir à peu près 40^{mgr} de CO^2; mais ce gaz ne demeure point renfermé dans les feuilles jusqu'au moment où on les détache.

» L'acide carbonique obtenu plus tard, dans un courant lent d'hydrogène, et pendant la suite de l'opération faite au bain d'huile, est d'ailleurs indépendant d'une oxydation, qui serait attribuable à l'oxygène des atmosphères externes ou internes de la plante, cet oxygène ayant été éliminé au bout de une heure trente minutes. L'acide carbonique de cette période est un produit de décomposition, n'offrant aucune relation nécessaire avec l'alcool.

» Ce n'est assurément pas que l'oxygène libre au début ne puisse concourir à accroître la dose de l'acide carbonique : ce phénomène est établi d'ailleurs par plusieurs de nos expériences, exécutées avec les feuilles, dans un courant d'air au lieu d'hydrogène.

» Les recherches que nous avons publiées, M. André et moi, sur l'existence et la proportion des carbonates dans les plantes vivantes ([1]), montrent encore que, même à la température ordinaire, l'acide carbonique et les carbonates peuvent être formés dans certaines conditions : à la fois par fermentation alcoolique et par réactions indépendantes des fermentations.

» Ces diverses circonstances interviennent pour modifier le rapport $\frac{CO^2}{O}$, tantôt dans un sens, tantôt dans un autre; et elles rendent incertaines toutes conclusions qui attribueraient ces variations à la formation d'un principe unique, tel que l'alcool. Mais je ne voudrais pas m'engager plus avant dans l'examen de problèmes aussi étendus : je me bornerai à encourager les jeunes savants qui s'occupent de ces importantes questions, en les engageant à en préciser les données analytiques et la signification exacte. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les réfractions moléculaires, la dispersion moléculaire et le pouvoir rotatoire spécifique des combinaisons du camphre avec quelques aldéhydes aromatiques.* Note de MM. **A. Haller** et **P.-Th. Muller**.

« En 1891 déjà, l'un de nous, frappé du pouvoir réfringent du benzylidène-camphre, en soumit un spécimen à M. Gladstone ([2]), qui trouva que la réfraction moléculaire ainsi que la dispersion moléculaire des solutions

([1]) *Chimie végétale et agricole*, t. III, p. 292-294.
([2]) *Chem. Soc.*, p. 590; 1891.

de ce composé s'écartaient notablement des nombres fournis par le calcul, en prenant les modules de l'auteur pour le carbone, l'hydrogène et l'oxygène.

» Nous avons déterminé les indices de ce composé, et de ses analogues, par rapport à la raie du sodium et aux trois raies α, β, γ de l'hydrogène, à la température de $20^\circ \pm 0,2$, avec le réfractomètre de Pulfrich.

» Ces indices, ainsi que les pouvoirs rotatoires, ont été mesurés avec des solutions toluéniques. La densité de ce toluène, purifié par notre méthode au chlorure d'aluminium, ainsi que ses indices de réfraction, concordent sensiblement avec les nombres indiqués par M. Brühl ([1]).

» Les solutions furent préparées dans des fioles de 50^{cc}, les quantités pesées étant choisies de façon à obtenir des liqueurs sensiblement $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$ ou $\frac{1}{8}$ normales. On facilite ainsi les comparaisons en plaçant les substances dans les mêmes conditions; il ne faut, en effet, pas perdre de vue que, dans les expériences d'Optique, le dissolvant s'introduit en parasite, dont l'élimination ne repose que sur des considérations et des calculs assez arbitraires. Le pouvoir rotatoire spécifique dépend de la concentration et d'autre part on ne peut trouver la réfraction spécifique de la substance dissoute qu'en appliquant la règle des mélanges : n étant l'indice pour une raie déterminée, d la densité à la même température, nous poserons pour la solution

$$R_1 = \frac{n_1^2 - 1}{n_1^2 + 1} \frac{1}{d}$$

(formule de Lorenz-Lorentz).

» Pour le toluène

$$R_2 = \frac{n_2^2 - 1}{n_2^2 + 1} \frac{1}{d_2}$$

et nous en déduirons la réfraction spécifique R de la substance dissoute au moyen de l'équation $100 R_1 = pR + (100 - p) R_2$, p désignant le poids de substance dissoute dans 100^{gr} de liqueur.

» Les densités sont déterminées au picnomètre, à la température de $20^\circ,0$; elles sont rapportées au vide et à l'eau, à 4°.

» Enfin, les réfractions moléculaires théoriques sont calculées, pour la raie α, avec les modules de Brühl ([2]), pour la raie Na avec ceux de Conrady ([3]), les dispersions moléculaires avec les données de Brühl (*loc. cit.*).

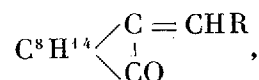
([1]) *Ann. Chem. und Pharm.*, t. CC, p. 189; 1879.
([2]) *Zeitschrift f. physik. Chem.*, t. VII, p. 191; 1891.
([3]) *Ibid.*, t. III, p. 226; 1889.

» Dans le Tableau qui suit, nous nous bornerons à donner les réfractions et dispersions moléculaires, ainsi que le pouvoir rotatoire spécifique, nous réservant de publier, dans un autre recueil, tous les nombres obtenus dans nos mesures.

Nom de la substance.	Formule.	Poids du corps dans 100 gr. de solution.	Normalité de la liqueur.	Réfractions moléculaires $\frac{n^2-1}{n^2+1}\frac{M}{d}$ = RM. α.	Calculé d'après Brühl.	Na.	Calculé d'après Conrady.	β.	γ.	Dispersion moléculaire (Rγ — Rα) M. Trouvé.	Calculé d'après Brühl.	Pouvoir rotatoire spécifique (α)D à 20°.
Benzylidène camphre.	$C^{17}H^{20}O''\|\overset{=}{4}$	13,4718	$\frac{1}{2}$	76,35	71,94	77,21	72,65	79,35	82,70	6,35	2,39	+425°,11 (1)
Id.	$C^{17}H^{20}O''\|\overset{=}{4}$	6,7828	$\frac{1}{4}$	76,71	71,94	77,21	72,65	79,79	82,02	5,31	2,39	+421,25
Pipéronal camphre...	$C^{18}H^{20}O''O^{<}_{2}\|\overset{=}{4}$	4,0420	$\frac{1}{8}$	85,23	77,61	86,00	78,52	89,30	93,17	7,94	2,46	+435,40 (1)
Cuminal camphre....	$C^{20}H^{26}O''\|\overset{=}{4}$	4,0253	$\frac{1}{8}$	90,80	85,65	91,43	86,46	94,93	98,15	7,35	2,73	+495,68
o-métoxybenzylidène camphre.	$C^{18}H^{22}O''O^{<}\|\overset{=}{4}$	7,5960	$\frac{1}{4}$	83,03	78,16	83,96	78,94	86,73	89,43	6,40	2,51	+431,50
m-métoxybenzylidène camphre.	$C^{18}H^{22}O''O^{<}\|\overset{=}{4}$	7,6514	$\frac{1}{4}$	83,42	78,16	84,09	78,94	86,87	89,28	5,86	2,51	+379,35
p-métoxybenzylidène	$C^{18}H^{22}O''O^{<}\|\overset{=}{4}$	7,6021	$\frac{1}{4}$	85,20	78,16	86,02	78,94	89,50	92,66	7,46	2,51	+467,07
ou Anisal camphre......	Id.	3,8578	$\frac{1}{8}$	85,95	78,16	86,78	78,94	90,49	93,08	7,13	2,51	+463,32 (1)

» *Observations.* — Toutes les molécules étudiées peuvent se représenter par la formule générale $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}C = CHR\\ \vert\\ CO\end{array}\right.$, dans laquelle R a les valeurs respectives C^6H^5, $C^6H^3O^2CH^2$, $C^6H^4C^3H^7$, $C^6H^4OCH^3$. Tous ces radicaux renfermant le réseau benzénique, on y admet, quand on se place au point de vue réfractométrique, trois doubles liaisons.

» D'après des déterminations d'indices, faites par MM. Kanonikoff (2), Brühl (3), etc., sur le camphre, le camphre éthylé, l'éther camphocarbonique, il semble que la molécule camphre se comporte comme un corps saturé, ce qui, du reste, est en harmonie avec ses réactions chimiques. En admettant, pour les combinaisons étudiées plus haut, la formule



(1) Pouvoirs rotatoires pris à une température oscillant aux environs de 20°. Les autres pouvoirs rotatoires ont été déterminés à la température de 20° ± 0°,2.

(2) *Journ. f. prakt. Chem.*, 2e série, t. XXXI, p. 344, 503; 1885.

(3) *Ber. deut. chem. Ges.*, t. XXIV, p. 3706; 1891.

on voit donc qu'elles ne contiennent que quatre doubles liaisons $I_4^=$, telles qu'elles figurent dans la seconde colonne.

» Or les réfractions moléculaires, ainsi que la dispersion moléculaire, calculées en se basant sur les données fournies par l'expérience, s'écartent notablement de celles que donne le calcul avec les modules. Comme pour les dérivés oxyméthyléniques du camphre, si bien étudiés par M. Brühl [1], il faudrait donc supposer deux ou trois doubles liaisons de plus.

» Mais là ne s'arrêtent point les singularités de ces molécules : le camphre possède un pouvoir rotatoire spécifique d'environ 42°, tandis que toutes les combinaisons de ce corps avec les aldéhydes étudiées ont un pouvoir rotatoire s'approchant parfois de 500° (voir dernière colonne).

» *L'addition de ces aldéhydes avec le camphre* a donc pour effet, non seulement *d'augmenter les réfractions et la dispersion moléculaires,* mais *encore d'exalter le pouvoir rotatoire des molécules,* jusqu'à le décupler.

» Dans une prochaine Communication, nous verrons qu'il suffit de remplacer la double liaison qui réunit les restants aldéhydiques avec le camphre, par une simple liaison, en hydrogénant les molécules, pour que toutes les anomalies observées disparaissent. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. V. Turquan adresse, pour le concours du prix de Statistique de la fondation Montyon, un travail « Sur les variations de la population et sur sa composition actuelle, par sexe, état civil et âge, dans chacun des départements ».

(Renvoi à la Commission du prix de Statistique.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Construction d'un miroir plan de 2^m de diamètre par des procédés mécaniques.* Note de M. P. Gautier, présentée par M. Lœwy.

« J'ai l'honneur d'informer l'Académie que la construction d'un miroir plan de 2^{m} de diamètre a pu être entièrement réalisée par des procédés purement mécaniques.

(1) *Journ. f. prakt. Chem.*, 2e série, t. L, p. 210; 1894.

» Le travail étant aujourd'hui complètement achevé, il semble opportun de faire connaître les dispositions spéciales que j'ai imaginées pour obtenir un miroir dont la planité réalise les conditions de haute précision exigées par la Science moderne.

» La machine employée se compose d'un socle en fonte de fer au milieu duquel est ajusté le centre d'un grand plateau animé d'un mouvement circulaire. Au-dessus de ce plateau, deux glissières à 1^m l'une de l'autre sont boulonnées au socle. Sur ces glissières se déplace, dans un mouvement rectiligne de va-et-vient, l'équipage qui porte un plateau de bronze chargé d'user et de dresser la surface du miroir.

» La précision de la machine dépend des trois conditions suivantes :

» 1° La rotation parfaite du plateau sur lequel repose le miroir;

» 2° Le dressage rigoureux des deux glissières fixées au socle ainsi que de celles qui sont fixées à l'équipage mobile;

» 3° Le parallélisme des glissières et du plateau.

» Le réglage de ces parties a été obtenu à l'aide de quatre comparateurs donnant le $\frac{1}{1000}$ de millimètre.

» Le miroir a été couché sur un lit de feutre de 20^{mm} d'épaisseur et maintenu par trois points d'appui pour éviter tout mouvement d'oscillation.

» Le parallélisme et la distance entre le plateau-rodoir et la surface du miroir étaient réglés au moyen de quatre comparateurs fixés à 90° l'un de l'autre sur le champ du plateau; leur position était déterminée à l'aide d'une règle bien droite appliquée sur la surface du plateau. L'aiguille d'un comparateur étant mise en contact avec la règle, la lecture donnait la position de l'aiguille relative à la surface du plateau; cette vérification était faite en dehors du miroir.

» La position des comparateurs par rapport à cette surface étant connue, le plateau était ramené au-dessus du miroir; les aiguilles des comparateurs étaient mises en contact avec sa surface. La différence des lectures dans les deux cas indiquait la distance entre le plateau et le miroir. Il était ensuite facile de faire disparaître tout défaut de parallélisme par des mouvements rectificatifs opérés à l'aide de trois vis placées à l'attache du plateau sur l'équipage. La distance la plus convenable qu'il nous a paru nécessaire de conserver entre les deux faces à identifier a été de $\frac{3}{100}$ de millimètre.

» Dans l'exécution pratique, les plus grandes précautions ont été prises afin d'échapper aux difficultés provenant de la marche de la température. Le laboratoire spécial, servant d'abri à l'appareil de polissage et au disque

de verre, a été entouré d'une double enveloppe de bois; et, à l'aide de thermomètres placés dans des positions convenables autour de l'instrument, on a pu, à tout instant, se rendre compte de l'effet des variations de température et en éliminer l'influence.

» Le résultat acquis par l'ensemble de ces dispositions est excessivement satisfaisant. Je puis en appeler au témoignage de plusieurs savants qui ont bien voulu examiner le plan ainsi obtenu; je citerai parmi eux, notamment, les Directeurs des Observatoires de Paris, d'Alger, de Lyon, de Marseille et de Toulouse. Pour effectuer cette vérification, un point lumineux réfléchi par le miroir, a été observé à l'aide d'une lunette, sous une incidence rasante, et de telle sorte que, pendant la rotation du miroir, les diverses parties de sa surface défilaient devant l'œil de ces astronomes. Ils ont pu ainsi se convaincre de la parfaite régularité des anneaux de diffraction. L'image, vue directement avec la lunette ou par réflexion sur le plan, ne révélait aucune différence appréciable.

» J'ose donc affirmer qu'un progrès sérieux a été réalisé dans la confection des surfaces optiques de grande dimension. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Photographies stellaires avec la grande lunette de l'observatoire de Meudon.* Note de M. **H. Deslandres**, présentée par M. Janssen.

« Lors de mon entrée à l'observatoire de Meudon, au commencement de l'année 1898, le directeur, M. Janssen, a mis à ma disposition la grande lunette de l'observatoire qui est formée de deux lunettes accolées, ayant à peu près la même longueur (16^{m} environ). L'une des lunettes est organisée pour l'observation oculaire; l'autre est une lunette photographique. Je me suis proposé de faire avec cette dernière une série de photographies stellaires.

» Après trois mois employés à l'aménagement de l'appareil et des nombreux accessoires nécessaires, j'ai pu, pendant six mois, utiliser l'appareil d'une manière continue; puis, en septembre 1898, l'appareil a été remis au constructeur pour l'addition d'un organe nouveau, susceptible de rectifier les petites erreurs en direction de la lunette plus aisément que l'organe habituellement employé. Je présente dans cette Note les résultats de ces premières observations, poursuivies avec le concours de M. Millochau, aide astronome à l'observatoire.

» La lunette photographique a une longueur focale relativement très grande (vingt-cinq fois plus grande environ que l'ouverture égale à $0^m,60$), ce qui implique immédiatement certains avantages et certains inconvénients. Comparée à la lunette type de la Carte du Ciel dont la longueur (3^m) est égale à dix fois l'ouverture ($0^m,30$), elle donne, avec un pouvoir séparateur double, des images cinq fois plus grandes qui souffrent moins des défauts d'achromatisme et du grain de la gélatine. D'autre part, elle a une clarté six fois moindre, et convient donc moins pour les astres d'un faible éclat, surtout pour ceux qui ont un diamètre apparent sensible. De plus, la grande longueur de la lunette augmente la difficulté d'éviter les vibrations et d'assurer les petites rectifications en direction. En fait, avec ces grands instruments, le moindre vent est nuisible, comme aussi la moindre pression sur les extrémités.

» J'ai photographié successivement les divers types d'astres, le Soleil excepté.

» *Lune. Planètes.* — Je cite, pour mémoire seulement, plusieurs épreuves de la Lune, à laquelle on ne s'est pas attaché, car le beau travail de MM. Lœwy et Puiseux, avec un instrument de même ouverture, a résolu la question.

» J'ai fait de nombreuses épreuves de Jupiter, dont la surface est changeante, et quelques épreuves de Saturne en plaçant la plaque, soit au foyer même de la lunette, soit au foyer d'un objectif d'agrandissement grossissant deux et quatre fois. Après plusieurs essais, on a adopté l'obturateur simple à volet léger mû à l'aide d'une poire en caoutchouc. L'observateur suit la planète avec la grande lunette oculaire et agit sur la poire lorsque l'image souffre le moins des ondulations atmosphériques et des vibrations de la lunette. En général, les épreuves des poses les plus courtes ont donné les meilleurs résultats, car les causes de trouble signalées ci-dessus ont alors l'influence minimum. Je présente à l'Académie plusieurs de ces épreuves.

» *Étoiles. Amas d'étoiles.* — Avec les étoiles, les mêmes causes de trouble agissent souvent aussi et d'autant plus que la pose est plus longue; elles ont pour effet d'élargir les disques stellaires. Mais, dans des circonstances favorables, j'ai obtenu des disques d'une largeur angulaire un peu inférieure à une seconde d'arc, ce qui montre que l'objectif de MM. Henry égale les meilleurs objectifs photographiques en usage.

» J'ai photographié les amas suivants : Amas des Chiens de Chasse, M. 3, 17 juin 1898, pose 120^m; 21 juin, pose 81^m. — Amas d'Hercule, M. 13, 11 juin 1898, pose 57^m; 16 juillet, pose 90^m; 2 août, pose 90^m.

» Ces épreuves ont été comparées aux belles photographies des mêmes amas, obtenues par MM. Roberts et Rabourdin avec des réflecteurs ayant aussi une grande ouverture ($0^m,50$ et 1^m), mais une faible distance focale ($2^m,50$ et 3^m). Les faibles étoiles, qui sont nombreuses et nettes avec les réflecteurs, manquent sur nos épreuves; mais les étoiles du noyau, confondues avec les réflecteurs, y apparaissent souvent espa-

cées. La grande longueur focale, qui est la cause de ces divergences, assure donc la résolution partielle ou totale des amas serrés.

» Récemment M. Pickering a signalé de nombreuses étoiles variables dans plusieurs amas stellaires, et la Circulaire de septembre 1898 annonce 132 variables dans M.3, sur 900 étoiles examinées; mais seulement 2 variables dans M.13 sur 1000 étoiles. Or un premier examen des trois épreuves de M.13, qui a porté sur moins de 300 étoiles, a décelé 4 et peut-être 6 étoiles, offrant des variations d'éclat par rapport aux voisines. On n'a pu vérifier si elles comprennent les deux variables de M. Pickering, dont les coordonnées n'ont pas été publiées.

» Ce même amas d'Hercule présente des bandes sombres en forme d'Y, découvertes par Lord Rosse, et visibles sur les épreuves des réflecteurs; elles sont à peine discernables sur nos épreuves, à cause de l'absence des étoiles faibles et de la nébulosité continue qui forme le fonds de l'amas. Par contre on aperçoit au centre de l'amas deux petites plages sombres, non encore signalées, à ma connaissance, qui ont à peu près la forme de deux ellipses égales, symétriques par rapport au centre brillant, dont les grands axes se prolongent, inclinés de 30° sur la ligne E.-O., avec une longueur de 20″ d'arc environ, le petit axe ayant 12″. A partir du centre, et autour de ces plages sombres, j'ai distingué des files d'étoiles, de forme spirale, qui conduisent à penser que l'amas peut être le résultat ultime d'une nébuleuse spirale [1].

» *Nébuleuses.* — La grande lunette ne peut donner que les nébuleuses fortes.

» Une belle épreuve de la nébuleuse d'Orion (mars 1898, pose trente-cinq minutes) montre la partie intérieure, brillante, appelée *région d'Huygens.* Elle correspond (pour la proportion de lumière reçue), aux photographies de la même région publiées par M. Pickering (réfracteur de 13 pouces et $4^{m},50$ de longueur, pose de huit minutes trente secondes) et par M. Sheiner (réfracteur de la Carte du Ciel, pose cinq minutes) (*Annales de l'observatoire de Harvard,* t. XXXII, Partie I, 1895, et *Publications de l'observatoire de Potsdam,* t. XI, 1898). Or l'épreuve de Meudon, qui est trois et cinq fois plus grande, offre plus de détails, et aussi plus d'étoiles dans la nébulosité. Ces grandes épreuves semblent donc indiquées pour décider la question longtemps controversée des variations de la nébuleuse. D'après M. Sheiner (page 92), la partie la plus brillante serait au nord de θ_2 d'Orion; sur notre épreuve, le maximum d'éclat est à l'ouest de θ_1.

» J'ai obtenu aussi quelques nébuleuses planétaires brillantes, d'autant plus intéressantes qu'elles échappent, en raison de leurs faibles dimensions, aux instruments petits et moyens. J'ai étudié, en particulier, la nébuleuse planétaire d'Andromède, N.G C. 7662 (trois épreuves de quarante minutes, cinquante-cinq minutes, soixante minutes de pose), la nébuleuse planétaire du Dragon, N.G.C. 6543 (poses : quarante-huit minutes et soixante minutes), la nébuleuse planétaire du Verseau, N.G.C. 7009 (poses : soixante minutes, quatre-vingt-dix minutes, cent vingt minutes). Les deux premières n'avaient pas été encore photographiées, à ma connaissance.

» Pour la nébuleuse d'Andromède, Lord Rosse a donné deux dessins successifs, le premier qui la montre annulaire sans noyau, et la seconde nettement spirale avec un

---

[1] Les nébuleuses spirales ordinaires présentent aussi deux régions sombres de forme elliptique, symétriques par rapport au noyau.

noyau; plus tard, Lassell indique un noyau entouré de deux ovales. Or notre épreuve se rapproche plutôt de la forme spirale de Lord Rosse.

» La nébuleuse du Dragon, notée par M. Holden comme hélicoïdale, présente sur l'épreuve des spires bien nettes avec un noyau central.

» La nébuleuse du Verseau, d'après Lord Rosse, offre une large tache, sans noyau, avec deux prolongements. Lassell donne un noyau avec un anneau elliptique et deux prolongements. L'épreuve de Meudon montre un noyau, avec une sorte d'anneau large et flou, plus intense d'un côté, et des soupçons de spires; si bien que la nébuleuse pourrait être spirale.

» Les résultats précédents seront publiés avec les détails et planches nécessaires.

» En résumé, cette première étude, qui est plutôt une reconnaissance, fait ressortir les avantages particuliers de la grande lunette photographique, et son utilité pour l'observation des planètes, des étoiles entourées par une nébulosité, des amas d'étoiles serrés et des nébuleuses brillantes. »

Remarques sur la Communication précédente; par M. **J. Janssen.**

« A l'occasion de la Communication que M. Deslandres m'a demandé de présenter à l'Académie, je donnerai quelques détails sur les deux grands instruments que possède l'observatoire de Meudon.

» Les progrès de la Science, principalement dans la direction de l'Astronomie physique, exigent aujourd'hui l'emploi de grands instruments possédant des propriétés spéciales.

» Ce sont, d'une part, les instruments à très long foyer, doués par cela même d'un pouvoir séparateur considérable, instruments précieux pour l'étude de la structure des astres très brillants et de petit diamètre; par exemple : certaines nébuleuses ou portions de nébuleuses, et surtout pour l'étude des amas stellaires sur la constitution desquels il y a de si importantes études à faire.

» D'autre part, au contraire, les instruments à large ouverture et de très court foyer relatif, précieux pour la découverte ou l'étude des astres de très faible pouvoir lumineux, comme, par exemple, les nébuleuses, pour lesquelles ces instruments servent soit à en découvrir de nouvelles, soit à marquer l'extension et les véritables limites de leurs parties les plus faibles et les moins lumineuses.

» A Meudon, l'instrument qui répond à la première condition est notre lunette double, oculaire et photographique, dont les objectifs ont respectivement $0^m,83$ et $0^m,62$ de diamètre avec un foyer de 16^m.

» C'est la lunette placée dans notre grande coupole. La partie optique de ce bel instrument, qui est actuellement le plus puissant, comme instrument double, est due à MM. Henry frères et la partie mécanique à M. Gautier.

» Entre les mains de M. Perrotin la lunette oculaire a permis de découvrir de nouveaux et importants détails touchant la structure de la surface de la planète Mars ([1]).

» On voit par la Communication précédente que la lunette photographique n'est pas moins intéressante et qu'elle a permis également la constatation de faits nouveaux et importants; par exemple, ceux qui se rapportent à la structure de la partie centrale de la nébuleuse d'Orion et la question du nombre des étoiles variables dans certains amas, ainsi que celle de la constitution en spirale de la nébuleuse planétaire d'Andromède, celle du Dragon, etc.

» Ces résultats appellent sans doute une confirmation ultérieure; ils tendent néanmoins à prouver les qualités des objectifs construits par MM. Henry frères.

» Notre second grand instrument est, comme on sait, le télescope de 1^m d'ouverture et 3^m de distance focale.

» J'ai été amené à la construction de cet instrument par le succès que m'a valu l'emploi d'un instrument analogue, de moindres dimensions, et qui m'avait permis, pendant l'éclipse de décembre 1871, à Schoolor, de découvrir la véritable nature de la couronne, question alors controversée, et à y reconnaître une dernière et immense atmosphère solaire.

» Le miroir du télescope de Meudon est dû à MM. Henry frères; la taille en est parfaite. La partie mécanique de l'instrument est due à M. Gautier qui n'a pas moins bien réussi la monture, monture qui permet de régler l'instrument pour toute la latitude.

» On a vu par la Communication de M. Rabourdin ([2]), qui, sur sa demande, a eu l'instrument entre les mains, combien cet instrument est précieux par son énorme pouvoir lumineux. Je suis persuadé que son emploi habile conduirait aux plus importantes découvertes.

» Pour nous résumer nous dirons que les progrès de la Science exigent aujourd'hui qu'on spécialise de plus en plus les instruments, qu'on augmente leurs dimensions et, comme conséquence inéluctable, qu'on place

---

([1]) *Comptes rendus*, 15 février 1897.
([2]) *Comptes rendus*, 23 janvier 1899.

ces instruments en des stations où l'intervention et les troubles causés par notre atmosphère soient réduits à leur minimum, ce qui conduira de plus en plus vers les stations élevées et bien choisies. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la détermination de points de repère dans le spectre.* Note de M. **Maurice Hamy**, présentée par M. Lœwy.

« L'emploi des réseaux a fourni, jusque dans ces dernières années, le meilleur moyen pour déterminer, en valeurs absolues, les longueurs d'ondes des raies brillantes d'un spectre discontinu. Depuis la découverte, faite par M. Michelson, de sources lumineuses, émettant des radiations assez simples pour interférer avec de grandes différences de marche, la précision de cette méthode a pu être de beaucoup surpassée, en faisant usage d'appareils fondés sur l'observation de franges d'interférence.

» Le résultat le plus considérable obtenu dans cette voie est la détermination de la longueur d'onde absolue de la raie rouge du cadmium, par M. Michelson (¹). C'est à cette constante fondamentale que doivent être dorénavant rapportées les positions de toutes les raies spectrales.

» Des essais ont déjà été tentés dans ce sens, au moyen de réseaux, pour déterminer la longueur d'onde absolue de la raie D (²). Les résultats obtenus montrent que les puissants appareils dispersifs, aujourd'hui en usage, sont encore insuffisants pour fournir un degré de précision équivalent à celui que M. Rowland a cherché à atteindre dans ses Tables du spectre solaire (longueurs d'ondes avec sept décimales significatives). Les difficultés des recherches de ce genre seraient de beaucoup diminuées, si l'on possédait, dans toute l'étendue du spectre, un grand nombre de points de repère déterminés directement par comparaison avec la raie rouge du cadmium, par des mesures interférentielles. Les erreurs systématiques inévitables, dans l'emploi des réseaux, pour relier entre elles des raies éloignées, seraient faciles à éviter dans la comparaison d'une raie à deux repères voisins.

» Ces considérations m'ont amené à entreprendre la détermination interférentielle des longueurs d'ondes des raies simples émises par diffé-

(¹) *Travaux et Mémoires du Bureau international des Poids et Mesures,* t. XI.

(²) Bell, Kayser et Rundge, Rowland. Voir Dufet, *Recueil de données numériques : Optique,* 1er fascicule, p. 4.

rents corps, vaporisés dans un tube à vide et portés à l'incandescence par la décharge électrique.

» Il semble, à en juger par les recherches de M. Michelson et celles de MM. Pérot et Fabry [1], que l'on doive être bien vite arrêté, dans un travail de ce genre, par le petit nombre de raies simples existant réellement. L'emploi de mon simplificateur de radiations [2] élude la difficulté. Cet appareil permet d'éteindre une raie dans un doublet ou deux raies à la fois dans un triplet, sans modifier, d'une façon appréciable, l'intensité de l'autre composante (dans un triplet symétrique, on supprime les deux composantes extrêmes; dans un triplet non symétrique, les composantes les plus proches). La combinaison de deux simplificateurs, facilement réalisable, permettrait d'éliminer trois ou quatre composantes dans un groupe de radiations plus complexe. Il est bien certain que, par ce moyen, le nombre des raies mesurables ne sera pas trop restreint. Il faut d'ailleurs remarquer que, les appareils de M. Michelson et ceux de MM. Pérot et Fabry nécessitant l'emploi de radiations brillantes, leurs résultats ne permettent pas de préjuger du nombre de raies simples, observables avec des dispositifs conçus de façon à éviter les pertes de lumière.

» *Description des appareils.* — La lumière, produite par un tube à vide, est projetée, par une lentille, sur la fente d'un collimateur. Le faisceau, devenu parallèle, traverse un système optique comprenant deux demi-prismes de Thollon et un miroir, d'où il sort fortement dispersé, dans une direction indépendante de la couleur pour le minimum de déviation. On passe d'une région du spectre à l'autre, en faisant tourner le miroir, sans modifier la largeur du faisceau ni la position de son axe. Les rayons, rendus convergents par un objectif, pénètrent ensuite dans deux petits prismes à réflexion totale, mobiles autour d'axes convenables, qui servent à diriger la lumière, soit directement dans l'appareil à franges, soit indirectement, après l'avoir fait passer dans le simplificateur. On peut aussi envoyer la lumière, qui a traversé le simplificateur, dans une autre direction, pour la concentrer sur la fente d'un spectroscope ou d'un réseau, afin de rapporter aux raies brillantes mesurées les raies sombres voisines du spectre solaire.

» Les franges utilisées dans mes recherches sont de deux sortes. J'emploie le plus souvent des anneaux de Newton, en lumière à peu près parallèle, sous l'incidence normale. La lumière passe par un demi-cercle, de petit diamètre, ayant pour centre le foyer d'une lentille collimatrice dont une des faces, de grand rayon et faiblement argentée, est placée devant un petit miroir plan, argenté à fond. Les franges qui ré-

---

(1) *Comptes rendus* et *Annales de Physique et de Chimie;* 1898 et 1899.

(2) *Comptes rendus,* second semestre, p. 1092; 1897, et *Bulletin astronomique,* p. 34; 1899.

sultent de la superposition des ondes réfléchies s'observent à travers une seconde ouverture semblable à la première et composant avec elle un cercle entier. Ce dispositif, que j'ai déjà employé dans d'autres recherches ([1]), donne des franges brillantes et très nettes, avec des différences de marche de plus de 10^{cm}; il fournit des rapports de longueurs d'ondes indépendants du diamètre de l'ouverture et du foyer de la lentille. J'emploie aussi les franges localisées au foyer d'une lentille plan-convexe dont la face plane, à demi argentée, est placée en regard d'un plan totalement argenté. La lumière est envoyée, sur ce système optique, par un prisme à réflexion totale dont l'arête passe par le foyer de la lentille ([2]). Les franges affectent la forme de demi-cercles ayant pour centre le foyer. Elles seraient à rapprocher de celles de M. Michelson, sans les effets des réflexions multiples, assez différents de ceux que MM. Pérot et Fabry ont étudiés dans leurs beaux travaux sur les franges de transmission des lames minces argentées. L'organe de mesures fonctionne en imprimant de légers déplacements aux franges. Il consiste en une pièce fléchissante qui entraîne une des surfaces argentées parallèlement à elle-même, tout en servant aussi à régler son orientation ([3]).

» J'utilise, comme générateur de lumière, l'appareil décrit antérieurement pour produire les radiations du cadmium ([4]). Cet appareil est fondé sur l'emploi de tubes à vide, sans électrodes intérieures, entourés de manchons de plombagine mis en communication avec les pôles d'une bobine d'induction. Un condensateur, placé en dérivation sur les bornes de la bobine, empêche la corrosion du verre sous l'action de la décharge; il assure aux tubes une longue durée ([5]). »

([1]) *Comptes rendus,* 1er semestre 1898.

([2]) C'est le même disposif que mon simplificateur.

([3]) *Bulletin astronomique*, p. 34; 1899.

([4]) *Comptes rendus,* 1er semestre 1897.

([5]) Contrairement aux résultats obtenus par MM. Pérot et Fabry, avec les tubes de M. Michelson (*Comptes rendus,* p. 1221; 1er semestre 1899), le spectre fourni par l'appareil est identique, avec ou sans condensateur, au moins pour le cadmium. Dans les conditions où j'opère (bobine de Carpentier, modèle de 300^{fr}; courant inducteur 3 à 4 ampères à 10 volts), la température de l'étuve, le degré du vide dans les tubes et la section de leur étranglement ont seuls une action sur l'éclat et la finesse des radiations. Les parties larges des tubes émettent des radiations beaucoup plus fines que l'étranglement et ces radiations permettent de réaliser, toujours pour le cadmium, des franges d'interférence avec des différences de marche encore supérieures à celles qui ont été atteintes par MM. Pérot et Fabry (*loc. cit.*), en excitant les tubes de M. Michelson avec un courant continu. L'étranglement des tubes ne doit donc pas être trop réduit et l'on obtient de la sorte encore beaucoup de lumière. Certaines raies, visibles dans l'examen des tubes en bout, n'existent pas dans la lumière émise normalement à l'étranglement. Leur disparition est vraisemblablement causée par un élargissement considérable.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations indéterminées à deux et trois variables qui n'ont qu'un nombre fini de solutions en nombres entiers.* Note de M. **Edmond Maillet**, présentée par M. Jordan.

« Les équations indéterminées algébriques en nombres entiers à deux variables et à coefficients entiers

$$(1) \qquad F(x, y) = \varphi_n(x, y) + \varphi_{n-1} + \ldots + \varphi_0 = 0,$$

où $\varphi_i(x, y)$ est l'ensemble des termes du degré i de $F(x, y)$, peuvent se diviser en deux grandes classes : 1° celles qui ont un nombre limité de solutions; 2° celles qui en ont une infinité.

» Nous avons obtenu, au sujet de cette classification, les théorèmes suivants, où F est supposé arithmétiquement irréductible ([1]).

» Théorème I. — *Supposons que $\varphi_n(x, y)$ ne soit pas arithmétiquement irréductible. Si c_1 est une racine simple réelle de $\varphi_n(1, c) = 0$, de degré λ, $\psi_k(1, c)$ le facteur irréductible de degré $k < n$ de $\varphi_n(1, c)$, qu'on suppose exister et qui admette la racine c_1, l'équation indéterminée* $F = 0$ *ne peut avoir sur la branche infinie, dont l'asymptote a pour coefficient angulaire c_1, un nombre infini de solutions en nombres entiers que si l'une des quantités $\varphi_{n-1}(1, c_1)$, $\varphi_{n-2}(1, c_1)$, ..., $\varphi_{n-k}(1, c_1)$ est* $\neq 0$.

» Corollaire. — Si les racines réelles $\neq 0$ de $\varphi_n(1, c) = 0$ sont toutes simples, si de plus les asymptotes parallèles aux axes sont toutes à distance finie, soit k le degré maximum d'un facteur irréductible de $\varphi_n(1, c)$, avec $k < n$; si les polynomes

$$\varphi_{n-1}(1, c_1), \quad \varphi_{n-2}(1, c), \quad \ldots, \quad \varphi_{n-k}(1, c)$$

sont divisibles par $\varphi_n(1, c)$ ou identiquement nuls, l'équation (1) n'a qu'un nombre fini de solutions en nombres entiers.

» Théorème II. — *L'équation* $F = 0$ *ne peut avoir une infinité de solutions en nombres entiers sur une branche infinie de la courbe* $F = 0$ *telle que le coefficient angulaire de l'asymptote soit rationnel,* $\neq 0$ *et racine simple de*

$$\varphi_n(1, c) = 0.$$

([1]) C'est-à-dire que F ne possède aucun diviseur algébrique à coefficients entiers de degré $< n$ et > 1.

» *Si les coefficients angulaires réels des asymptotes de* $F=0$ *sont tous rationnels,* $\neq 0$ *et différents,* $F=0$ *n'a qu'un nombre fini de solutions en nombres entiers.*

» Théorème III. — *Supposons que* $\varphi_n(x,y)$ *admette le facteur simple irréductible du* $r^{\text{ième}}$ *degré* (¹) $(r \geqq 2)$

$$f(x,y) = \alpha_0 x^r + \alpha_1 x^{r-1} y + \ldots + \alpha_r y^r,$$

à coefficients entiers. Soit c_1 une racine réelle de

$$\alpha_0 + \alpha_1 c + \ldots + \alpha_r c^r = 0,$$
$$\varphi_{n-1}(1, c_1) = \varphi_{n-2}(1, c_1) = \ldots = \varphi_{n-\mu-1}(1, c_1) = 0,$$
$$\varphi_{n-\mu}(1, c_1) \neq 0, \qquad \mu > 1,$$

$\frac{q_h}{p_h}$ *la* $h^{\text{ième}}$ *réduite du développement en fraction continue de* c_1 *; on aura* (Lagrange)

$$p_{h+1} \leqq C p_h^{r-1-\omega} \qquad (0 \leqq \omega \leqq r-2),$$

C *étant une quantité finie positive; sur la branche infinie de* $F=0$ *qui a pour asymptote* $y = c_1 x$, *l'équation* $F=0$ *n'a qu'un nombre fini de solutions en nombres entiers si l'on n'a pas*

$$\mu < (r-1-\omega)(r-\omega),$$

ou

$$\mu = (r-1-\omega)(r-\omega),$$

avec $1 \leqq 2 l C^{r-\omega+1}$, *l étant une quantité finie.*

» Malheureusement on ne connaît, croyons-nous, aucun moyen de déterminer ω, sauf quand $r=2$, où $\omega = 0$. On en déduit en particulier :

» Corollaire. — Soit $\varphi_{n-1} = 0$ et supposons que $\varphi_n(x,y)$ n'admette aucun facteur irréductible $f(x,y)$ qui ne soit du premier ou du deuxième degré à coefficients entiers, ces facteurs étant simples et différents, ou pour lequel $f(1,c) = 0$ ait une racine réelle. Supposons, de plus, que la courbe $F=0$ n'ait aucune asymptote parallèle aux axes de coordonnées. Soit A une limite supérieure des quotients incomplets des périodes dans le développement en fraction continue des racines réelles irrationnelles c' de $\varphi_n(1,c)=0$; l'équation $F=0$ n'a qu'un nombre infini de solutions en

(¹) On peut parfaitement supposer $r = n$.

nombres entiers si l'on n'a pas, quelle que soit la racine c',

$$2(A+1)(A^2+A+1) \geqq \frac{|\varphi'_n(1, c')|}{1+|\varphi_{n-2}(1, c')|} \text{ (1)}.$$

» Ces théorèmes peuvent s'étendre au cas de plusieurs variables; on obtient, par exemple :

» Théorème IV. — *Soit*

$$F(x, y, z) = \varphi_n(x, y, z) - \varphi_{n-1} + \ldots + \varphi_0 = 0$$

une équation algébrique à coefficients entiers entre trois variables x, y, z, *arithmétiquement irréductible,* $\varphi_i(x, y, z)$ *étant l'ensemble des termes de degré* i *en* x, y, z *et* $\varphi_n(x, y, z)$ *étant un produit de facteurs linéaires à coefficients entiers, distincts* $a_k x + b_k y + c_k z$, *avec* $a_k, b_k, c_k \neq 0$ $(k = 1, 2, \ldots, n)$ *et tels qu'il n'existe aucune relation linéaire entre deux ou trois quelconques d'entre eux.*

» 1° Si $\varphi_{n-1} = 0$ ou $\varphi_{n-1} = \lambda \frac{\partial}{\partial z} \varphi_n(x, y, z)$, λ étant une constante rationnelle, les solutions en nombres entiers de $F = 0$, à part un nombre limité, se trouvent sur un nombre fini de plans situés à distance finie et parallèles aux n plans du système $\varphi_n(x, y, z) = 0$.

» 2° Si $\varphi_{n-1} = 0$ et si φ_{n-2} est un produit de facteurs linéaires, rationnels, irréductibles, distincts, $\alpha x + \beta y + \gamma z$, avec $\alpha, \beta, \gamma \neq 0$ et distincts des facteurs linéaires de $\varphi_n = 0$, les solutions en nombres entiers de $F = 0$, à part un nombre limité, se trouvent sur un nombre fini de droites parallèles aux droites doubles de $\varphi_n(x, y, z) = 0$ et situées sur la surface.

» 3° Si $\varphi_{n-1} = \varphi_{n-2} = 0$ et si $F - \varphi_n = \varphi_{n-\nu} + \varphi_{n-\nu-1} + \ldots + \varphi_0 = 0$, $\varphi_{n-\nu} (\nu > 2)$ étant le premier des polynomes $\varphi_{n-3}, \varphi_{n-4}, \ldots, \varphi_0$ qui n'est pas nul identiquement, l'équation $F = 0$ n'a qu'un nombre fini de solutions en nombres entiers quand la surface $F - \varphi_n = 0$ n'a pas de points à l'infini, ou quand $\varphi_{n-\nu}$ est un produit de facteurs linéaires rationnels, irréductibles, différents et distincts de ceux de φ_n. »

---

(1) Nous désignons par $|\delta|$ le module de δ.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations aux dérivées partielles du second ordre à caractéristiques réelles.* Note de M. **J. Coulon**, présentée par M. Jordan.

« I. Nous nous proposons, dans cette Note, d'étendre à l'équation

$$\frac{\partial^2 U}{\partial x_1^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial x_2^2} + \ldots + \frac{\partial^2 U}{\partial x_p^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial y_1^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial y_2^2} - \ldots - \frac{\partial^2 U}{\partial y_q^2} = 0$$

les résultats obtenus par MM. Volterra (¹) et Tedone (²) pour des équations de la forme

$$\frac{d^2 U}{\partial x^2} - \frac{d^2 U}{\partial y_1^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial y_2^2} - \ldots - \frac{\partial^2 U}{\partial y_q^2} = 0.$$

» L'analyse par laquelle nous parvenons aux formules finales ne suppose point, comme le faisaient ces auteurs, que la dérivée partielle affectée du signe + est seule de son espèce.

» Pour simplifier les écritures nous conviendrons de poser

$$\sum_1^p {}_i \frac{\partial^2 U}{\partial x_i^2} - \sum_1^q {}_j \frac{\partial^2 U}{\partial y_j^2} = \Delta^{p,q} U, \qquad \sum_1^p {}_i \frac{\partial U}{\partial x_i} \frac{dx_i}{dn} - \sum_1^q {}_j \frac{\partial U}{\partial y_j} \frac{dy_j}{dn} = D_n^{pq} U.$$

Par un procédé connu on parvient à la formule suivante

$$(1) \qquad \int_\omega (\varphi_0 D_n^{pq} \varphi - \varphi D_n^{pq} \varphi_0) \, d\omega = 0,$$

φ_0 et φ étant deux fonctions satisfaisant à l'équation $\Delta^{p,q} U = 0$, finies et continues ainsi que leurs dérivées des deux premiers ordres à l'intérieur du domaine τ à $p + q$ dimensions limité par la surface ω.

» II. Soient (x_i^0, y_j^0) les coordonnées d'un point de l'espace à $p + q$ dimensions. Posons

$$r = \sqrt{(x_1 - x_1^0)^2 + (x_2 - x_2^0)^2 + \ldots + (x_p - x_p^0)^2},$$
$$t = \sqrt{(y_1 - y_1^0)^2 + (y_2 - y_2^0)^2 + \ldots + (y_q - y_q^0)^2},$$

et cherchons les solutions de la forme $\frac{1}{r^m} \frac{1}{t^n} \varphi\left(\frac{t}{r}\right)$ satisfaisant à $\Delta^{p,q} U = 0$. On trouve, dans le cas où $m = n = 0$,

$$\varphi_0 = \int_1^u u^{p-1} (u^2 - 1)^{\frac{p+q-u}{2}} du, \qquad u = \frac{t}{r}.$$

(¹) *Acta mathematica*, t. XVIII, p. 161-232.

(²) *Annali di Matematica*, 3ᵉ série, t. I.

Les limites ont été déterminées de telle sorte que l'intégrale s'annule sur la variété cône : $\frac{t}{r} - 1 = 0$.

» Substituons dans la formule (1) et prenons comme champ d'intégration la limite du domaine de l'espace à $p + q$ dimensions défini de la façon suivante : On considère la région pour laquelle $\frac{t}{r} - 1 > 0$ et, dans cette région, le domaine limité par le cône C, dont l'équation est $\frac{t}{r} - 1 = 0$, le cylindre R défini par $r = \varepsilon$ et la surface Ω sur laquelle la fonction cherchée φ est supposée connue ainsi que ses dérivées. On étendra l'intégration à la portion de ce domaine comprenant le sommet du cône. Désignons par (I) cette région; dans cet espace et sur sa limite, φ_0 est finie et continue, et l'on peut appliquer la formule (1)

$$\int_{\Omega+C+R} (\varphi_0 D_n^{pq} \varphi - \varphi D_n^{pq} \varphi_0)\, d\omega = 0.$$

» L'intégrale étendue au cône C est nulle; faisant tendre le rayon du cylindre vers 0 et prenant la limite de l'intégrale correspondante, on parvient à la relation

$$\int_{\Omega} (\varphi_0 D_n^{pq} \varphi - \varphi D_n^{pq} \varphi_0)\, d\omega = 2 S_p \int_{\omega_q} t^{p-2} \varphi(x^0, y)\, d\omega_q,$$

$2 S_p$ désigne la surface de l'hypersphère de rayon 1 dans l'espace à p dimensions et ω_q la variété à q dimensions, limite de la variété cylindrique R pour $\lim \varepsilon = 0$.

» Ce résultat suppose $p \geqq 2$; dans le cas où $p = 1$, on trouve encore une formule semblable. D'ailleurs, nous aurions pu étendre l'intégration à la région (II), pour laquelle $\frac{t}{r} - 1 < 0$, et, par suite, en employant des notations analogues et désignant par $\theta(x^0, y^0)$ une fonction déterminée des coordonnées du point (x_i^0, y_j^0), les solutions cherchées seront données par les deux égalités

$$\theta_{\rm I}(x^0, y^0) = 2 S_p \int_{\omega_q} t^{p-2} \varphi_{\rm I}(x^0, y)\, d\omega_q, \tag{3}$$

$$\theta_{\rm II}(x^0, y^0) = 2 S^q \int_{\omega_p} r^{q-2} \varphi_{\rm II}(x, y^0)\, d\omega_p. \tag{4}$$

» III. *Dans le cas où p et q sont tous les deux impairs*, on peut faire sortir

du signe $\int$ la fonction φ. Soit ∇_q le symbole défini par

$$\frac{\partial^2}{\partial y_1^{0\,2}} + \frac{\partial^2}{\partial y_2^{0\,2}} + \ldots + \frac{\partial^2}{\partial y_q^{0\,2}},$$

et soit ∇_q^μ l'opération ∇_q répétée μ fois, on aura

$$\nabla_q^\mu t^m = a\, t^{m-2\mu},$$

et, par suite, si nous effectuons sur les deux membres de (3) la même opération, on obtiendra, A désignant une constante,

$$\nabla_q^\mu \theta_1(x^0, y^0) = \mathrm{A} \int_{\omega_q} t^{p-2-2\mu} \varphi_{\mathrm{I}}(x^0, y)\, d\omega_q.$$

» Si p et q sont impairs, on pourra déterminer μ de telle sorte que

$$p - 2 - 2\mu = 2 - q, \qquad \mu = \frac{p+q-4}{2}.$$

» Dès lors une nouvelle opération ∇_q donnera la fonction $\varphi_{\mathrm{I}}(x^0, y^0)$.

» On a donc finalement les deux formules auxquelles nous voulions arriver

$$\nabla_q^{\frac{p+q}{2}-1} \theta_{\mathrm{I}}(x^0, y^0) = \mathrm{A}_{\mathrm{I}}\, \varphi_{\mathrm{I}}(x^0, y^0),$$
$$\nabla_p^{\frac{p+q}{2}-1} \theta_{\mathrm{II}}(x^0, y^0) = \mathrm{A}_{\mathrm{II}}\, \varphi_{\mathrm{II}}(x^0, y^0),$$

A_{I} et A_{II} sont des constantes et ∇_p désigne l'opération $\frac{\partial^2}{\partial x_1^{0\,2}} + \ldots + \frac{\partial^2}{\partial x_p^{0\,2}}$.

» IV. Si l'on applique les résultats précédents à l'équation $\Delta^{1,m}\mathrm{U} = 0$, il vient

$$\theta_{\mathrm{I}}(x^0, y^0) = 2 \int_{\omega_m} t^{-1} \varphi_{\mathrm{I}}(x^0, y)\, d\omega_m,$$
$$\theta_{\mathrm{II}}(x^0, y^0) = 2\,\mathrm{S}_m \int_{x^1}^{x^0} (x - x^0)^{m-2} \varphi(x, y^0)\, dx.$$

» La seconde formule donne, quel que soit m, la fonction $\varphi_{\mathrm{II}}(x^0, y^0)$; la première permet de trouver $\varphi_{\mathrm{I}}(x^0, y^0)$ *si m est impair*. Les résultats de M. Tedone [1] se trouvent ainsi complétés.

» En général les deux fonctions φ_{I} et φ_{II}, définies par l'analyse précédente, seront distinctes et différentes de zéro. Dans le cas de l'équation des petits mouvements où $\Delta^{1,3}\mathrm{U} = 0$, la fonction φ_{I} obtenue en par-

---

(1) Voir le Mémoire déjà cité.

tant de

$$\theta_{\mathrm{I}}(x^0, y_1^0, y_2^0, y_3^0) = 2\int_{\omega_3} \frac{\varphi(x^0, y_1, y_2, y_3)}{t} d\omega_3,$$

se trouve être identiquement nulle.

» L'autre intégrale peut être considérée comme une généralisation de celle qui exprime le principe de Huygens (1). »

THERMODYNAMIQUE. — *Sur le calcul de la constante* a *des diamètres rectilignes.* Note de M. E. **Mathias**, présentée par M. G. Lippmann.

« La quantité a, dont la *constance* est nécessaire et suffisante pour que les diamètres rectilignes des corps obéissent au théorème des états correspondants, est donnée par

$$(1) \qquad a = \frac{\Theta}{\Delta} \operatorname{tang} \alpha,$$

Θ et Δ étant la température absolue et la densité critiques, — $\operatorname{tang}\alpha$ le coefficient angulaire du diamètre. Pour avoir a, et par surcroît Δ, il n'est pas nécessaire de pouvoir tracer la *courbe des densités*, c'est-à-dire d'avoir fait une étude complète des densités; il suffit d'avoir le *sommet* K de la courbe des densités et l'angle α. On y arrive connaissant : 1° deux ou plusieurs densités de liquide à des températures inférieures ou égales au point d'ébullition normale (2); 2° la température critique; 3° la marche approximative de la tension de vapeur avec la température; 4° la densité de vapeur du corps considéré.

» A la densité de liquide δ relative à $T^\circ = 273 + t^\circ$ correspond la densité de vapeur saturée δ'; *cette densité, si petite qu'elle soit par rapport à* δ, *n'est jamais négligeable dans le calcul exact de* $\operatorname{tang}\alpha$. On la calculera par l'application des lois de Mariotte et de Gay-Lussac; pour les températures *réduites* supérieures ou égales à 0,57 il sera bon d'introduire un facteur de correction tiré des expériences de M. S. Young et que je donne dans le Mémoire complet (3).

(1) Tedone, *Rom. Rend. Accad. Linc.*, 3 maggio 1896.

(2) Ces densités, prises le plus souvent sous la pression de l'atmosphère, se rapportent à un liquide légèrement comprimé; mais l'erreur par excès qui en résulte est tout à fait négligeable pour le but à atteindre ici.

(3) Inséré dans les *Mémoires de la Société royale des Sciences de Liége* pour 1899.

» Soient δ_1 et δ'_1, δ_2 et δ'_2, δ_3 et δ'_3, ... les couples de densités relatives aux températures $t_1, t_2, t_3, \ldots$; la loi du diamètre rectiligne s'écrit :

$$(2) \qquad \frac{(\delta_1+\delta'_1)-(\delta_2+\delta'_2)}{2(t_2-t_1)} = \frac{(\delta_2+\delta'_2)-(\delta_3+\delta'_3)}{2(t_3-t_2)} = \ldots = \tang\alpha.$$

» Les rapports (2) ne sont autre chose que le calcul du coefficient angulaire des différents segments du diamètre rectiligne, lesquels doivent donner des valeurs sensiblement identiques de $\tang\alpha$. Cette quantité étant connue, l'équation (1), d'une part, et celle du diamètre rectiligne constituent deux équations à deux inconnues a et Δ. La résolution donne

$$(3) \qquad a = \frac{\Theta}{\frac{\delta_1+\delta'_1}{2\tang\alpha} - (t_c - t_1)} = \frac{\Theta}{\frac{\delta_2+\delta'_2}{2\tang\alpha} - (t_c - t_2)} = \ldots$$

» Le dénominateur de a est un véritable invariant, dont la signification géométrique est simple *et dont chaque point du diamètre rectiligne donne une valeur indépendante*. Il en est de même de a et de Δ, car, a étant connu, Δ est donné par

$$(4) \qquad \Delta = \frac{1}{2}\,\frac{\delta_1+\delta'_1}{1+a\,\frac{t_c-t_1}{\Theta}} = \frac{1}{2}\,\frac{\delta_2+\delta'_1}{1+a\,\frac{t_c-t_2}{\Theta}} = \ldots.$$

» On constate ainsi *successivement* la constance de $\tang\alpha$, de a et de Δ. Voici la vérification dans le sens du chlore, étudié par Knietsch [1].

t.	δ.	δ' (calc.).	$\frac{\delta+\delta'}{2}$.	$\frac{\delta+\delta'}{2}$ (calc.).
−80°	1,6602	0,00037	0,83028	admis
−75	1,6490	52	0,82476	0,82490
−70	1,6382	68	0,81944	0,81952
−65	1,6273	88	0,81409	0,81415
−60	1,6167	0,00117	0,80893	0,80877
−55	1,6055	152	0,80351	0,80339
−50	1,5945	185	0,79817	0,79801
−45	1,5830	224	0,79262	0,79261
−40	1,5720	270	0,78735	0,78726
−35	1,5598	350	0,78165	0,78188
−30	1,5485	449	0,77650	admis

[1] R. Knietsch, *Liebig's Annalen*, t. CCLIX, p. 100; 1890.

» Les nombres de la dernière colonne ont été calculés par la formule

$$\frac{\delta+\delta'}{2} = 0,83028 - 0,0010758(t+80).$$

» On a donc $\tan\alpha = 0,0010758$. La constance de a et de Δ ressort du Tableau suivant :

t.	$\frac{\delta+\delta'}{2\tan\alpha} - (t_c - t)$.	$a = \frac{\Theta}{\frac{\delta+\delta'}{2\tan\alpha} - (t_c - t)}$.	$\Delta = \frac{\frac{\delta+\delta'}{2}}{1 + a\frac{t_c - t}{\Theta}}$.
−80	545,92	0,7675	0,58718
−75	545,79	0,7677	0,58711
−70	545,84	0,7676	0,58713
−65	545,87	0,7676	0,58715
−60	546,07	0,7673	0,58729
−55	546,03	0,7674	0,58728
−50	546,07	0,7673	0,58730
−45	545,91	0,7675	0,58717
−40	546,01	0,7674	0,58727
−35	545,71	0,7678	0,58702
−30	545,92	0,7675	0,58719
	Moy...	0,7675	Moy... 0,5872

» L'exemple précédent prouve que a peut être très différent de l'unité, ce qui montre le défaut de généralité de la formule de Thorpe et Rücker *qui résulte de la loi du diamètre rectiligne combinée à l'hypothèse* $a = 1$ *ou voisin de un, la densité de la vapeur saturée étant négligée devant celle du liquide*.

» L'application des formules précédentes à un certain nombre de corps montre que *les corps simples gazeux (oxygène, azote, chlore, brome) sont, en général, ceux qui présentent les plus petites valeurs de* a. Pour le chlore et le brome, les valeurs sont presque exactement proportionnelles aux températures critiques absolues; pour l'oxygène et l'azote, qui ne sont pas chimiquement comparables, la proportionnalité est simplement approchée.

» Les variations de a prouvent que le théorème des états correspondants ne s'applique pas aux diamètres rectilignes *pris en bloc*. Cette conclusion s'étend forcément aux courbes des densités.

» La connaissance de a est absolument nécessaire quand on veut connaître la densité critique avec sécurité et précision. »

ÉLECTRICITÉ. — *Nouvelle méthode galvanométrique*. Note de M. **Féry**, présentée par M. Lippmann.

« I. La grande sensibilité acquise par les galvanomètres à cadre mobile, quand on leur applique les considérations que j'ai développées dans une Note précédente [1], empêchent d'employer les méthodes ordinaires pour déterminer l'intensité qui les traverse.

» En effet, quand le couple de torsion est très faible, le zéro est flottant et les déviations deviennent incertaines.

» La détermination de la vitesse que prend l'équipage mobile peut, au contraire, servir à mesurer l'intensité avec une grande précision, ainsi que je vais le démontrer.

» Considérons donc le cadre de l'appareil shunté par une faible résistance, se déplaçant sous l'influence d'un courant produit par une source de force électromotrice E.

» Le travail moteur Δw est, à chaque instant, égal à la somme des travaux absorbés par la force contre-électromotrice et par le fil de torsion

$$\Delta w = \mathrm{H} l \frac{\mathrm{E}}{\mathrm{R}} \Delta\delta = \mathrm{H} l \frac{e}{\mathrm{R}} \Delta\delta + \mathrm{C}\delta\,\Delta\delta,$$

H représentant le champ magnétique, $l\Delta\delta$ la variation de la surface de la bobine dans le temps Δt et C le couple de torsion.

» Si l'on remarque que $e = \frac{\Delta\delta}{\Delta}\mathrm{H}l$, c'est-à-dire $v\mathrm{H}l$, v étant la vitesse du cadre à l'instant Δt, on voit que

$$\mathrm{E} = \mathrm{K}v + \mathrm{C}'\delta,$$

en faisant entrer dans les constantes K et C′ les quantités invariables.

» Si nous laissions à ce moment l'appareil revenir au zéro, il prendrait une vitesse opposée sous l'influence de la force $\mathrm{C}'\delta$, telle que

$$\mathrm{C}'\delta = e'\frac{\mathrm{H}l}{\mathrm{R}},$$

e' étant la nouvelle force contre-électromotrice donnant naissance au courant qui dissipe le travail accumulé dans la suspension; la bobine se déplaçant

---

[1] *Comptes rendus*, 13 mars 1899.

dans le même champ qu'à l'aller, on pourra écrire

$$C'\delta = Kv',$$

la constante K affectant la vitesse de retour étant la même que précédemment.

» De sorte que finalement, si l'on pouvait connaître v'; on aurait

$$E = K(v + v').$$

» II. Pour appliquer ces considérations qui ne sont rigoureuses d'ailleurs que si le moment d'inertie de la bobine est très faible et les vitesses petites, il suffit d'observer la vitesse avant, pendant et après le passage du courant.

» Soient v_0, v_1 et v_2 ces trois vitesses, on a

$$E = K\left(v_1 + \frac{v_0 + v_2}{2}\right).$$

» Ceci n'est vrai en toute rigueur que si l'on peut confondre avec leurs tangentes les courbes exponentielles représentant les vitesses de déplacement en fonction du temps.

» Cette méthode est analogue, comme on voit, à celles qui sont employées en calorimétrie, où la vitesse d'échauffement est corrigée par l'observation du refroidissement avant et après la mesure.

» Le calorimètre réduit en eau est représenté ici par le produit Hl et le pouvoir émissif par le couple de torsion C; les formules représentant ces deux phénomènes sont tout à fait parallèles.

» III. *Résultats numériques*. — L'appareil que j'ai fait construire n'a que 30 ohms de résistance, la bobine mobile pèse environ 3^{gr}, elle est suspendue à un fil d'argent de $0^{mm},032$ ayant 60^{cm} de longueur.

» Une différence de potentiel de $0^{volt},000001$ aux bornes de l'appareil, ce qui fait une intensité de $0^{amp},00000003$ dans le cadre, communique à l'index lumineux une vitesse corrigée de $6^{mm},75$ par minute. Si l'on considère que la lenteur du déplacement permet d'apprécier facilement $0^{mm},2$, et qu'on peut sans crainte doubler la durée de l'observation, on voit qu'on peut apprécier un courant dix fois plus faible.

» L'expérience m'a montré la proportionnalité absolue des vitesses aux courants pour des vitesses variant de 6^{mm} à 600^{mm} par minute. »

CHIMIE. — *Sur l'emploi du chlorate de potasse dans les explosifs au nitrate d'ammoniaque.* Note de M. **H. Le Chatelier**, présentée par M. A. Carnot.

« Les explosifs au nitrate d'ammoniaque, étudiés par la Commission des Substances explosives, sont devenus d'un usage général dans les mines à grisou, dont la sécurité, par leur emploi, a été notablement augmentée. Les propriétés explosives de ce corps, découvertes par M. Berthelot, lui permettent de détoner d'une façon complète sous l'action d'explosifs plus énergiques : nitroglycérine, nitrocellulose, nitronaphtaline, en même temps que sa faible température de détonation rend plus difficile l'inflammation du grisou. Les exploitants de mines reprochent cependant aux explosifs semblables d'avoir une aptitude à la détonation insuffisante, qui amène parfois des ratés de transmission dans l'emploi de plusieurs cartouches juxtaposées.

» Il semble que par des additions de chlorate de potasse cette aptitude à la détonation pourrait être améliorée; mais la sensibilité extrême de ce corps a amené de si nombreux accidents dans la préparation et l'emploi des poudres chloratées que l'usage de celles-ci a été complètement abandonné. En présence de sels ammoniacaux on pourrait redouter la formation de chlorate d'ammoniaque, corps plus dangereux encore. En réalité, le chlorate de potasse et le nitrate d'ammoniaque présentent des relations d'isomorphisme, découvertes par Mallard, qui modifient du tout au tout les conditions du problème. Par cristallisation d'une dissolution de ces deux sels, on n'obtient ni chlorate de potasse, ni chlorate d'ammoniaque, mais des cristaux constitués par un mélange isomorphe de chlorate et nitrate de potasse et d'ammoniaque dans lesquels la proportion de chlorate peut varier de 0 à 100 pour 100 suivant le mélange dont on est parti. La sensibilité de ces cristaux, variant d'une façon continue avec leur composition, peut être réglée à volonté.

» Les expériences qui font l'objet de la présente Note ont pour objet d'établir la réalité de ce mélange isomorphe et de définir les conditions de sa production. Pour ces recherches, on a fait dissoudre à chaud les deux sels, pris en proportion déterminée, dans une quantité d'eau pas tout à fait suffisante pour les maintenir en dissolution à la température ordinaire. Par refroidissement, il se sépare une petite quantité de cristaux dont la com-

position peut, d'après ce que l'on sait des mélanges isomorphes, ne présenter aucune relation avec la composition du mélange dissous.

» Le Tableau suivant donne quelques résultats d'expériences semblables. Les deux premières colonnes indiquent les poids relatifs des deux sels dissous, rapportés à un poids total de 1gr de sel; les deux dernières, les poids d'anhydride chlorique et d'oxyde de potassium contenus dans 1gr de cristaux :

Expériences.	ClO^3K.	AzO^3AzH^4.	Cl^2O^5.	K^2O.
1	0,05	0,95	0,005	0,02
2	0,10	0,90	0,015	0,05
3	0,20	0,80	0,125	0,08
4	0,25	0,75	0,48	0,29
5	0,67	0,33	0,54	0,32

» On remarque une discontinuité très nette dans les variations de la teneur en chlorate des cristaux ; elle se produit quand le mélange dissous renferme entre 4 et 5 parties de nitrate pour une de chlorate. A cette discontinuité correspond un changement dans la forme cristalline. Les cristaux les moins riches en chlorate sont semblables à ceux du nitrate d'ammoniaque et les plus riches semblables à ceux du chlorate de potasse. C'est là un exemple d'une propriété bien connue des dissolutions de sels isomorphes.

» Pour obtenir des cristaux d'une composition déterminée et semblable à celle du mélange employé, renfermant par exemple 5 pour 100 de chlorate de potasse, il faudra se servir toujours d'une même eau-mère, dans laquelle on fera dissoudre à chaud le mélange et dont on séparera les cristaux par refroidissement. Cette eau-mère prendra d'elle-même, après quelques opérations, la composition voulue pour laisser déposer des cristaux identiques au mélange dissous. Si l'on se contentait de faire dissoudre les deux sels dans un excès d'eau et d'évaporer à sec, on obtiendrait des cristaux de composition très variable. Les premiers seraient des cristaux de nitrate d'ammoniaque presque purs et les derniers, présentant la forme du chlorate, renfermeraient environ 50 pour 100 de ce sel. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *De l'effet des basses températures sur certains aciers.* Note de M. F. **Osmond**, présentée par M. Troost.

» L'installation au laboratoire de Chimie générale de la Sorbonne de la fabrication de l'air liquide m'a permis de réaliser quelques expériences sur les transformations de certains aciers aux basses températures.

» Dès 1890, Hopkinson (¹) avait décrit un acier à 25 pour 100 de nickel, non magnétique à la température ordinaire, qui devenait magnétique dans l'acide carbonique solide et gardait ses nouvelles propriétés jusqu'à 580°. Le passage de l'état non magnétique à l'état magnétique était accompagné d'une augmentation de dureté, d'une diminution de résistance électrique et d'un abaissement de densité de 8,15 à 7,98. A la même époque, M. Le Chatelier obtenait la même transformation par une autre méthode (²).

» Ces faits ont suggéré l'hypothèse d'un composé défini Fe^3Ni.

» Cependant, parmi une série d'aciers au nickel préparés par M. Hadfield, il en est un contenant 29,07 de nickel avec 0,14 de carbone et 0,86 de manganèse (composition assez éloignée de Fe^3Ni) que MM. Dewar et Fleming assimilent au métal de Hopkinson (³). J'ai vérifié leurs expériences sur un échantillon de la même coulée. A l'état non magnétique, une barrette de $36^{mm},5$ de long et pesant $11^{gr},100$, placée sur l'un des pôles d'un électro-aimant traversé par un courant de $5^{amp},5$, ne porte que 50^{gr}; son magnétisme rémanent donne sur l'échelle de mon magnétomètre une déviation de $2^{mm},5$; la densité à 17° est 8,044. A l'état magnétique, après refroidissement dans l'air liquide, toutes choses égales d'ailleurs, la force d'arrachement est devenue 1500^{gr}, la déviation au magnétomètre 81^{mm} et la densité 7,914. Ces résultats sont bien semblables à ceux de Hopkinson.

» J'ai examiné un autre acier que je dois également à l'obligeante libéralité de M. Hadfield et qui contient pour 100 : 0,59 de carbone, 5,90 de manganèse et seulement 3,77 de nickel. Une barrette de 38^{mm} de long pesant $11^{gr},945$ ne se porte pas elle-même sur l'électro-aimant toujours traversé par un courant de $5^{amp},5$; elle donne au magnétomètre une déviation de $4^{mm},1$ et la densité à 17° est 7,848. Après cinq minutes d'immersion dans l'air liquide, le métal est devenu magnétique : la force d'arrachement, pour une barrette de 38^{mm} pesant $11^{gr},660$, s'élève à 1^{kg}; la déviation sur l'échelle du magnétomètre monte à $104^{mm},6$; la densité s'abaisse à 7,624. Le métal ainsi transformé garde l'état magnétique jusqu'à 650° environ. Ce sont, ici encore, les propriétés caractéristiques de l'alliage étudié par Hopkinson; on peut donc, par comparaison avec l'échantillon précédent, dire que la substitution, dans un acier, de 0,45 de carbone plus 5,04 de manganèse à 25,30 de nickel ne modifie pas les caractères essentiels.

(¹) *Proc. Roy. Soc.*, t. XLVII, p. 138 et *Journ. Iron and Steel Inst.*, t. I, p. 208; 1896.

(²) *Comptes rendus*, t. CX, p. 283; 10 février 1890.

(³) *Proc. Roy. Soc.*, t. LX; 1896.

» Il y a plus. De même qu'on a pu remplacer la plus grande partie du nickel par du manganèse, on peut remplacer ces deux corps par du carbone. J'ai montré (¹) qu'un acier de cémentation ordinaire, pourvu qu'il soit suffisamment carburé (de préférence 1,40 à 1,60 de carbone), si on le trempe vers 1050° dans l'eau glacée, est formé de deux constituants structuraux : l'un dur comme les aciers trempés normalement; l'autre, relativement doux, que j'ai assimilé aux aciers manganèse ou nickel. Après quelques minutes d'immersion dans l'air liquide, le métal ainsi composé, ramené à la température ordinaire, se retrouve profondément modifié : sa perméabilité magnétique et son magnétisme rémanent ont augmenté; sa densité s'est abaissée de 7,798 à 7,692. (La densité du même acier recuit est 7,808.) Si la barrette immergée dans l'air liquide avait été préalablement polie plane sur une de ses faces, cette face sort dépolie du bain : le constituant doux, en se transformant avec augmentation de volume, s'est élevé en relief au-dessus du constituant dur non modifié, et la structure, auparavant invisible, se montre telle qu'une attaque appropriée aurait pu la faire apparaître en même temps ; la dureté du constituant doux a augmenté sans égaler celle du constituant dur : pour employer la terminologie des métallographes, l'austenite a subi une transformation qui la rapproche de la martensite.

» L'explication des faits d'expérience est très simple.

» Quand on ajoute au fer, en proportions croissant progressivement, du nickel, du manganèse ou du carbone, séparément ou ensemble, les points de transformation du fer sont progressivement abaissés, pendant le refroidissement lent ou rapide par le nickel ou le manganèse, pendant le refroidissement rapide seulement (trempe) par le carbone. Quand la proportion des corps ajoutés est convenable, on obtient des aciers qui ne sont pas transformés du tout : le fer y garde, à la température ordinaire, la même forme moléculaire, non magnétique et relativement dense, qu'il possède normalement au-dessus de 860°; mais les transformations restent possibles, du moins partiellement, à une température plus basse (²), avec apparition du magnétisme, diminution de densité et augmentation de dureté. Tels sont les aciers qui viennent d'être étudiés : on en pourra probablement trouver d'autres dans les familles des aciers au chrome ou au tungstène en présence du carbone. Enfin, si l'on élève plus encore la

---

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 684; 11 novembre 1895.

(²) Et aussi par l'écrouissage à la température ordinaire.

proportion des corps dénommés, il arrive un moment où l'acier n'est plus transformable même dans l'air liquide; à ce type appartiennent l'acier manganèse à 13 pour 100 environ de M. Hadfield, certains aciers nickel-chrome signalés par M. Guillaume, etc.

» Bref, l'abaissement des points de transformation allotropique du fer apparaît comparable à l'abaissement des points de solidification des dissolvants par les corps dissous. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du phosphure d'hydrogène sur le cuivre, l'oxydule de cuivre et les solutions ammoniacales des sels de cuivre* [1]. Note de M. E. **Rubénovitch**, présentée par M. A. Ditte.

« Dans une précédente Note communiquée à l'Académie (*Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 270), j'ai exposé les résultats de mes recherches sur l'action du phosphure d'hydrogène pur sur la solution aqueuse du sulfate de cuivre. J'ai appliqué la même méthode (emploi du gaz pur, opérations à l'abri absolu de l'air et dosage de tous les corps qui participent à la réaction, y compris celui du gaz lui-même) à l'étude de l'action de ce gaz sur des composés différents du cuivre.

» *Cuivre.* — Mis en présence du phosphure d'hydrogène pur, dans l'appareil décrit dans ma Note précédente, le cuivre précipité ne réagit pas à la température ordinaire; la réaction ne commence que vers 180°-200° et s'achève à une température à laquelle le phosphure d'hydrogène n'est nullement décomposé. La matière rouge brillante devient grise; on constate dans le résidu gazeux la présence de l'hydrogène.

» J'ai trouvé que :

» 1° Pour trois molécules de cuivre, il faut très sensiblement une molécule de phosphure d'hydrogène $\left(\text{rapport } \frac{Cu}{PH^3} : \text{trouvé } 2,89 \text{ et } 3,09\right)$;

» 2° Le rapport du volume d'hydrogène obtenu à celui du phosphure d'hydrogène disparu est très sensiblement égal à 1,5 $\left(\text{rapport } \frac{H^2}{PH^3} : \text{trouvé } 1,49 \text{ et } 1,59\right)$;

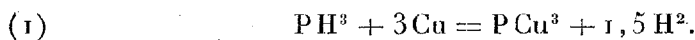
» 3° Le phosphure gris obtenu répond très approximativement à la formule PCu^3 $\left(\text{rapport } \frac{Cu}{P} : \text{trouvé } 3,00 \text{ et } 3,19\right)$.

» Le phosphure de cuivre obtenu s'oxyde lentement dans une atmosphère d'oxygène pur à la température ordinaire, en donnant un composé

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Joannis, à la Faculté des Sciences.

sur lequel je reviendrai; vers 100°, une vive incandescence a lieu; il se forme de l'anhydride phosphorique et du cuivre métallique est mis en liberté. Le volume d'oxygène absorbé à froid est sensiblement la moitié du volume du phosphure d'hydrogène disparu; à chaud, le volume d'oxygène absorbé est trois fois plus grand.

La réaction, vérifiée par le dosage de tous les corps qui y figurent, est représentée par la formule suivante :



(1) $$PH^3 + 3Cu = PCu^3 + 1,5\,H^2.$$

» Les écarts, très petits d'ailleurs, entre les données expérimentales et les nombres théoriques, s'expliquent par ce fait qu'une partie du métal peut échapper à la réaction.

» *Oxydule de cuivre rouge.* — L'oxydule de cuivre rouge, préparé en faisant bouillir une dissolution d'acétate de cuivre avec du sucre, contenait 87,43 pour 100 de cuivre, au lieu de 88,78 pour 100; il contenait environ 1,2 pour 100 d'eau.

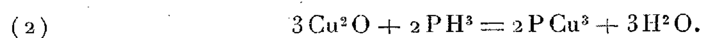
» Mis en présence du phosphure d'hydrogène pur, l'oxydule rouge noircit immédiatement et la réaction s'effectue avec une légère élévation de température. On obtient une masse grise et de l'eau. Lorsqu'on lave, à l'abri absolu de l'air, cette masse grise, on ne trouve dans les eaux de lavage aucune trace de composé phosphoré.

» J'ai trouvé que :

» 1° Pour trois molécules d'oxydule de cuivre, il faut très sensiblement deux molécules de phosphure d'hydrogène pur $\left(\text{rapport trouvé : } \frac{Cu^2O}{PH^3} = 1,49 \text{ et } 1,56\right)$;

» 2° La composition du précipité obtenu répond à la formule PCu^3 $\left(\text{rapport trouvé : } \frac{Cu}{P} = 3,01 \text{ et } 3,06\right)$.

» La réaction est représentée par la formule



(2) $$3Cu^2O + 2PH^3 = 2PCu^3 + 3H^2O.$$

» Le phosphure de cuivre ainsi obtenu a les mêmes propriétés que celui obtenu avec le cuivre. C'est un corps gris, amorphe. Il fond dans un tube en verre au rouge, avant le ramollissement du verre. Il est très soluble dans l'acide azotique et l'eau bromée. L'acide sulfurique concentré l'attaque à chaud, avec production d'anhydride sulfureux et de phosphure d'hydrogène; ces deux gaz réagissent en laissant sur les parois du tube une pellicule de soufre. Il ne réduit pas le permanganate de potassium.

» *Solution ammoniacale des sels de cuivre.* — J'ai étudié l'action du phosphure d'hydrogène pur sur la solution ammoniacale des corps suivants :

chlorure cuivrique, sulfate de cuivre, azotate de cuivre, acétate de cuivre, formiate de cuivre et hydrate de cuivre.

» L'étude de la solution aqueuse de ces sels de cuivre m'a permis de constater que tous ne se comportent pas de la même manière vis-à-vis du phosphure d'hydrogène pur, ni au point de vue du volume de gaz absorbé, ni au point de vue de la composition du précipité formé. Ainsi le phosphure d'hydrogène n'a aucune action sur la solution aqueuse du chlorure cuivrique; il donne, avec le sulfate de cuivre, un phosphure P^2Cu^5, H^2O et le rapport $\frac{SO^4Cu}{PH^3} = 2$; il donne, avec le formiate et l'acétate de cuivre, un composé oxygéné PCu^3O et rapport $\frac{\text{Sel}}{PH^3} = 2,5$; etc.

» La solution ammoniacale de tous ces sels se comporte, au contraire, de la même manière, à tous les points de vue. Mais ici, pour avoir des résultats toujours identiques, il est encore plus important qu'avec la solution aqueuse de se mettre à l'abri absolu de l'air pendant toutes les opérations, car le phosphure de cuivre est extrêmement oxydable par l'oxygène de l'air en présence de l'ammoniaque.

» L'action du phosphure d'hydrogène sur une solution ammoniacale commence instantanément; l'absorption se fait rapidement et au bout d'un quart d'heure la solution semble complètement décolorée, mais il reste du cuivre à l'état cuivreux et il faut quarante-huit heures environ pour précipiter complètement le cuivre.

» Quand l'action du gaz commence, il se forme de petites aiguilles brillantes qui envahissent bientôt toute la surface, en formant une pellicule qui grimpe sur les parois du tube; elle se détache facilement et se divise en petites paillettes et aiguilles qui réfléchissent fortement la lumière.

» J'ai trouvé que :

» 1° Pour deux molécules d'un sel de cuivre dissous dans l'ammoniaque il faut très sensiblement une molécule de phosphure d'hydrogène pur

$$\left(\text{rapports trouvés} : \frac{CuCl^2}{PH^3} = 2,02; \quad \frac{(AzO^3)^2Cu}{PH^3} = 1,98; \quad \frac{SO^4Cu}{PH^3} = 2,01; \quad \frac{Cu(OH)^2}{PH^3} = 2,00; \quad \frac{(C^2H^3O^2)^2Cu}{PH^3} = 2,04; \quad \frac{(CHO^2)^2Cu}{PH^3} = 2,00\right).$$

» 2° La composition du précipité obtenu répond à la formule PCu^3.

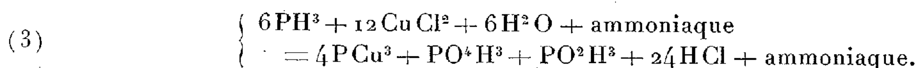
» Ainsi, pour ne citer qu'un exemple, j'ai obtenu avec la solution ammoniacale du chlorure cuivrique, comme moyenne de deux expériences concordantes, les résultats suivants :

	Calculé.	Trouvé.
Phosphore	14,04	14,02
Cuivre	85,96	85,33
	100,00	99,35

» 3° Il se forme simultanément des composés oxygénés de phosphore, de l'acide

phosphorique et de l'acide hypophosphoreux en quantités sensiblement égales : le tiers à très peu près du phosphore introduit à l'état de phosphure d'hydrogène se retrouve dans la liqueur à l'état d'acides phosphorique et hypophosphoreux.

» On peut représenter la réaction du phosphure d'hydrogène pur sur la solution ammoniacale des sels de cuivre, en l'absence de toute trace d'oxygène, par la formule suivante, que vérifie le dosage de tous les corps qui y figurent :



$$(3)\quad \begin{cases} 6PH^3 + 12CuCl^2 + 6H^2O + \text{ammoniaque} \\ = 4PCu^3 + PO^4H^3 + PO^2H^3 + 24HCl + \text{ammoniaque}. \end{cases}$$

» La même formule s'applique à tous les autres sels que nous avons étudiés.

» Si l'on introduit de l'oxygène dans l'appareil, après l'absorption du phosphure d'hydrogène, le précipité se redissout complètement. J'ai trouvé qu'il faut environ un volume d'oxygène double de celui du phosphure d'hydrogène pur disparu pour effectuer cette dissolution ; si l'on analyse la liqueur bleue obtenue, on y trouve le rapport $\frac{Cu}{P}$ très sensiblement égal à 2.

» Quant au phosphure PCu^3, il a les mêmes propriétés chimiques que celui obtenu avec le cuivre et l'oxydule de cuivre. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les aloïnes*. Note de M. E. Léger, présentée par M. H. Moissan.

« J'ai étudié antérieurement les aloïnes de l'aloès des Barbades [1], c'est-à-dire la barbaloïne et une aloïne nouvelle que j'ai décrite sous le nom d'*isobarbaloïne*. Je m'occuperai ici de deux principes cristallisés que j'ai retirés de l'aloès de Natal : la *nataloïne*, déjà connue, et une autre aloïne qui diffère de celle-ci par CH^2 en moins et que je nommerai, à cause de cela, *homonataloïne*.

» *Préparation*. — L'aloès qui m'a servi à préparer ces corps avait une coloration noire légèrement verdâtre et un aspect luisant. Sa poudre, épuisée à froid par l'acétone, donne une portion soluble ne renfermant guère que des résines, tandis que la nataloïne et l'homonataloïne se trouvent dans le résidu insoluble. Celui-ci, traité par l'alcool méthylique bouillant, fournit, en dehors d'un résidu insoluble, une dissolution qui abandonne par refroidissement des cristaux jaunes lamelleux. Si l'on

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 185, et t. CXXVII, p. 234.

soumet ces derniers à des cristallisations fractionnées dans l'alcool méthylique bouillant, on sépare un produit, le moins soluble, en croûtes cristallines jaunes et dures formées surtout d'homonataloïne; quant au composé le plus soluble, il est formé de lamelles courtes d'un jaune plus pâle, solidifiant toute la masse. Ce composé n'est autre chose que la nataloïne. On purifie ces deux aloïnes par des cristallisations répétées dans l'alcool méthylique. Elles cristallisent toutes les deux anhydres. J'ajouterai, enfin, que l'aloès examiné renfermait surtout de l'homonataloïne.

» NATALOÏNE $C^{16}H^{18}O^7$. — L'aloès de Natal n'existe pas dans le commerce, c'est tout à fait par hasard que j'ai pu me procurer l'échantillon qui a servi à mes recherches; on conçoit donc que la nataloïne, matière très rare, ait été peu étudiée jusqu'ici. J'ai cru devoir reprendre l'étude de cette aloïne, cherchant d'abord à en établir exactement la composition chimique.

» De toutes les formules qui ont été proposées pour représenter la nataloïne, trois seulement s'accordent avec les données analytiques : $C^{34}H^{38}O^{15}$ (Flückiger); $C^{25}H^{28}O^{11}$ (Tilden); $C^{16}H^{18}O^7$ (Bochleder). La dernière formule s'accorde au mieux avec mes analyses [1]. Elle a l'avantage de montrer l'analogie étroite qui existe entre ce corps et la barbaloïne.

» La nataloïne est moins soluble dans l'alcool méthylique que la barbaloïne. Elle est presque insoluble dans l'eau, même à l'ébullition, ou dans l'éther. Sa stabilité, en présence des alcalis, est aussi un peu plus grande, mais elle présente le caractère phénolique de la barbaloïne. C'est ainsi qu'elle ne se dissout que dans les alcalis caustiques, ces solutions étant précipitées par CO^2 avec mise en liberté de nataloïne. Elle se dissout également dans AzH^3 et dans la pyridine. Les acides HCl et HBr la dissolvent moins facilement que la barbaloïne; avec l'acide acétique, la solution ne se fait bien qu'en chauffant.

» *Action des chlorures d'acide.* — Avec le chlorure d'acétyle seul, Tilden [2] puis, après lui, Grœnwold [3], ont obtenu une acétylnataloïne cristallisée en octaèdres et en lamelles. J'ai répété ces expériences et j'ai constaté que les cristaux signalés par les deux auteurs précédents ne représentent qu'une faible portion du produit de la réaction, la plus grande partie étant représentée par une matière jaune amorphe très soluble dans l'éther. L'emploi du chlorure d'acétyle convient mal, du reste, pour la détermination du nombre de groupes OH que la nataloïne peut renfermer, car il y a trop peu de différence entre la teneur en carbone des divers dérivés acétylés que l'on peut supposer exister. Il n'en est pas de même si l'on a recours au chlorure de benzoyle. On obtient ainsi deux dérivés différents selon qu'on opère au sein de la pyridine ou que l'on traite directement la nataloïne par le chlorure d'acide.

» La *tribenzoylnataloïne* $C^{16}H^{15}(C^7H^5O)^3O^7$ [4] s'obtient par l'action de C^7H^5OCl

---

(1) Trouvé : C = 59,33, 59,46; H = 5,78, 5,89. Calculé : C = 59,62; H = 5,59.

(2) *Chemical News*, p. 229; 1872.

(3) *Arch. de Ph.*, p. 115; 1890.

(4) Trouvé : C = 69,53, 69,37; H = 4,96, 4,82. Calculé : C = 70,03; H = 4,73.

sur la nataloïne en solution dans la pyridine. Sa solution éthérée, séchée sur SO^4H^2 dans le vide partiel, forme une masse jaune boursouflée, très soluble dans l'alcool et l'éther, dépourvue d'amertume, insoluble dans l'eau, les solutions alcalines diluées ou l'eau chargée de pyridine.

» La *tétrabenzoylnataloïne* $C^{16}H^{14}(C^7H^5O)^4O^7$ (1) s'obtient en chauffant en tubes scellés une demi-heure à 100° la tribenzoylnataloïne avec un excès de C^7H^5OCl. Le produit est purifié en additionnant sa solution éthérée d'éther de pétrole jusqu'à ce que la solution ait pris une coloration jaune pure.

» Par évaporation, on obtient un résidu que l'on reprend par l'alcool absolu chaud. Par refroidissement, on obtient le dérivé benzoylé en grains jaunâtres non cristallins. La nataloïne, traitée directement, fournit le même corps, mais trois heures de chauffe sont nécessaires.

» On voit donc que la nataloïne renferme 4OH au lieu de 3OH qui existent dans la barbaloïne.

» Homonataloïne $C^{15}H^{16}O^7$ (2). — Ce corps se dépose de l'alcool méthylique en masses jaunes mamelonnées formées de lamelles anhydres, ou de l'acétone à 20 pour 100 d'eau en lamelles jaunes isolées qui apparaissent après distillation de la plus grande partie de l'acétone. Son dérivé acétylé est amorphe, très soluble dans l'éther; il est obtenu par l'action du chlorure d'acétyle sur l'homonataloïne dissoute dans la pyridine. Le chlorure de benzoyle donne les deux dérivés suivants qui se préparent comme les dérivés correspondants de la nataloïne et ont même apparence et mêmes propriétés :

» La tribenzoylhomonataloïne $C^{15}H^{13}(C^7H^5O)^3O^7$ (3) et la tétrabenzoylhomonataloïne $C^{15}H^{12}(C^7H^5O)^4O^7$ (4) qui se dépose de l'alcool absolu en grains rouge brique.

» L'homonataloïne ne renferme donc, comme la nataloïne, que 4OH. On ne saurait, par conséquent, considérer la nataloïne, qui renferme un groupe OCH^3, comme l'éther méthylique de l'homonataloïne.

» Les réactions suivantes qui sont communes aux deux aloïnes que nous venons de décrire permettent de les distinguer de la barbaloïne :

» 1° La solution sulfurique additionnée d'un grain de bioxyde de manganèse ou de bichromate de potassium prend une belle coloration verte.

2° Si, à la solution sodique, on ajoute un grain de persulfate d'ammoniaque, il se produit peu à peu une coloration violette. La matière colorante teint la soie en lilas mais ne se fixe pas sur le coton mordancé. »

---

(1) Trouvé : C = 70,93; H = 4,94. Calculé : C = 71,54; H = 4,60.

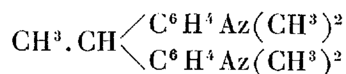
(2) Trouvé : C = 58,68, 58,72; H = 5,75, 5,76 (cristallisation dans l'acétone : C = 58,67; H = 5,68). Calculé : C = 58,44; H = 5,19.

(3) Trouvé : C = 69,61; H = 5,42. Calculé : C = 69,67; H = 4,51.

(4) Trouvé : C = 71,35; H = 4,92. Calculé : C = 71,27; H = 4,42.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés du tétraméthyldiamidodiphényléthane dissymétrique*. Note de M. A. **Trillat**, présentée par M. Gautier.

« Dans une Note précédente (1), j'ai indiqué la préparation et les propriétés de la leucobase :



obtenue par la condensation de l'aldéhyde acétique avec la diméthylaniline. Ce corps réagit facilement : j'ai étudié ses principales combinaisons dont la préparation et les propriétés peuvent être résumées comme il suit :

» *Chlorhydrate* $C^{18}H^{24}Az^2.2HCl$. — Le chlorhydrate est obtenu par l'évaporation lente de la solution de la base dans l'acide chlorhydrique. Le résidu est constitué par du chlorhydrate qui, une fois débarrassé de l'excès d'acide, se présente sous forme d'une poudre cristalline blanche, soluble dans l'alcool et dans l'eau, presque insoluble dans l'acétone. Le sel fond vers 225° en se décomposant.

» *Analyse :* 0gr,188 de substance séchée à 100° ont donné 0gr,1488 de chlorure d'argent; soit 21,05 pour 100 en chlore.

	Théorie pour	
	$C^{18}H^{24}Az^2.2HCl$.	$C^{18}H^{24}Az^2.HCl$.
Chlore	20,82	11,62

» *Sulfate :* $C^{18}H^{24}Az^2.2SO^4H^2$. — On dissout la base dans l'acide sulfurique étendu et l'on évapore à basse température jusqu'à apparition des cristaux que l'on purifie par plusieurs cristallisations dans l'alcool. Il est hygroscopique et fond à 188°-189°.

» *Analyse :* 0gr,2373 de substance séchée sur l'acide sulfurique ont donné 0gr,2473 de sulfate de baryte, soit 43,83 pour 100 d'acide sulfurique.

	Théorie pour	
	$C^{18}H^{24}Az^2.2SO^4H^2$.	$C^{18}H^{24}Az^2.SO^4H^2$.
Acide sulfurique..........	42,24	26,77

» Les analyses du chlorhydrate et du sulfate permettent de conclure que le tétraméthyldiamidodiphényléthane est *une base monovalente* et qu'elle est susceptible de former des sels acides.

(1) *Comptes rendus*, 1er mai 1899. Le chloroplatinate ainsi que le produit d'oxydation de la base ont été décrits dans cette Note.

» Les *phosphate, acétate, oxalate* et *tartrate* se forment par la concentration d'une solution de la base dans les acides correspondants.

» L'*acétate* $(C^{18}H^{24}Az^2).2C^2H^3O^2$ cristallise en longues aiguilles qui rougissent rapidement à l'air.

» *Dérivés alcoylés.* — La base se combine facilement avec les iodures et bromures d'éthyle et de méthyle pour donner des iodoéthylates, bromométhylates, etc.

» *Bromoéthylate :* $C^{18}H^{24}Az^2.2C^2H^5Br$. — Il suffit, pour avoir ce sel, de chauffer pendant deux heures la base dissoute dans de l'alcool méthylique avec un léger excès de bromure d'éthyle. Le rendement est presque théorique. Le bromoéthylate est un sel blanc, soluble dans l'alcool et l'eau, peu soluble dans l'acétone. Il fond en se dissociant vers 224°-225°.

» *Analyse.* — 0gr,6415 de substance ont donné 0gr,4638 de bromure d'argent.

	Trouvé.	Théorie pour $C^{18}H^{24}Az^2.2C^2H^5Br$.
Brome......................	33,48	32,92

» *Iodoéthylate :* $C^{18}H^{24}Az^2.2C^2H^5I$. — Préparé comme précédemment, en remplaçant l'alcool méthylique et le bromure d'éthyle par l'alcool éthylique et l'iodure d'éthyle. Point de fusion 228°-230°, avec décomposition.

» *Analyse.* — 0gr,7730 de substance ont donné 0gr,6256 d'iodure d'argent.

	Trouvé.	Théorie pour $C^{18}H^{24}Az^2.2C^2H^5I$.
Iode........................	43,73	43,80

» Les bromométhylate et iodométhylate sont obtenus par le même procédé.

» *Action du brome et de l'iode.* — En dissolvant la base dans de l'acide acétique et en y introduisant avec précaution du brome et de l'iode, j'ai obtenu des combinaisons répondant sensiblement aux formules $C^{18}H^{21}Br^3Az^2$ et $C^{18}H^{21}I^3Az^2$. Ces corps sont peu stables; exposés à la température du bain-marie, ils perdent une grande partie de leur brome et de leur iode.

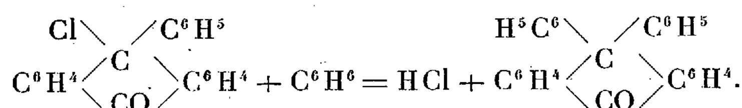
» *Action de l'acide nitrique.* — Le dérivé dinitré $C^{18}H^{22}Az^2(AzO^2)^2$ se prépare en dissolvant une partie de base dans cinq parties d'acide acétique et en faisant agir à froid l'acide azotique fumant. Ce sont des cristaux prismatiques, légèrement colorés en jaune et fondant à 195°-196°, insolubles dans l'eau, solubles dans l'acide acétique. La solution acétique réduite par le zinc donne un liquide qui s'oxyde en rouge. En présence de l'acide sulfurique, la nitration fournit des dérivés polynitrés.

» *Action de l'acide nitreux.* — L'acide nitreux a une action très remarquable sur le tétraméthyldiamidodiphényléthane. Si l'on dissout la base dans l'acide acétique et si l'on ajoute en refroidissant constamment la quantité théorique de nitrite de soude, il se forme un précipité qui, une fois purifié, cristallise en belles aiguilles jaunes fondant à 163°-164. D'après mes recherches, ce produit ne serait pas un *dérivé nitrosé*, mais un *corps nitré* dont l'analyse ainsi que le point de fusion correspondent à la *p*-nitrodiméthylaniline.

» En résumé, la base obtenue en condensant l'aldéhyde acétique avec la diméthylamine présente une grande analogie avec la base dérivée du méthane. Elle en diffère toutefois essentiellement en ce qu'elle ne peut fournir des matières colorantes. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Étude de quelques diphénylanthrones substituées.* Note de M. L. TÉTRY[1], présentée par M. A. Gautier.

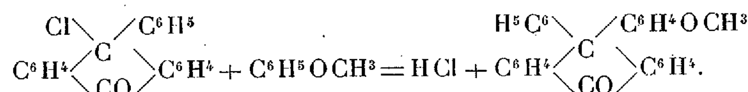
« MM. Haller et Guyot ont montré que le chlorure de phényloxanthranol[2], obtenu par l'action du pentachlorure de phosphore sur la diphénylphtalide, réagit sur la benzine et ses homologues, en présence de chlorure d'aluminium, pour donner de la diphénylanthrone, de la phényltolylanthrone, etc.



» Nous nous sommes proposé d'étendre cette réaction à d'autres molécules, en vue de préparer des diphénylanthrones substituées. Nous avons pu ainsi obtenir la méthoxydiphénylanthrone, l'éthoxydiphénylanthrone, la diméthylamidodiphénylanthrone et la diéthylamidodiphénylanthrone.

» La description de ces dérivés fait l'objet de la présente Communication.

» *Méthoxydiphénylanthrone.* — Elle s'obtient par condensation de l'anisol avec le chlorure de phényloxanthranol en présence de chlorure d'aluminium



» L'opération doit se faire au sein du sulfure de carbone, pour éviter la saponification du groupe méthoxyle sous l'influence du chlorure d'aluminium. Elle cristallise en prismes incolores, fondant à 180°-181°, solubles dans la plupart des véhicules organiques, et se dissout dans l'acide sulfurique concentré avec une coloration jaune qui est d'ailleurs commune à tous les composés de ce groupe.

---

(1) Institut chimique de Nancy, laboratoire de M. Haller.

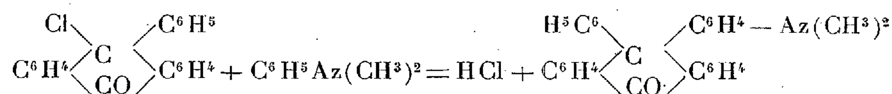
(2) A. HALLER et A. GUYOT, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XVII, p. 876; 1897.

» *Éthoxydiphénylanthrone :* $C^6H^4 \left< \begin{matrix} C \left< \begin{matrix} H^5C^6 \\ C^6H^4OC^2H^5 \end{matrix} \right. \\ CO \end{matrix} \right> C^6H^4$. — S'obtient comme son homologue inférieur en remplaçant dans cette préparation l'anisol par le phénétol.

» Cristaux incolores, fondant à 159°-160° et présentant les mêmes rapports de solubilité que la méthoxydiphénylanthrone.

» Elle se dépose de ses solutions benzéniques en prismes renfermant une molécule de benzine de cristallisation.

» *Diméthylamidodiphénylanthrone.* — On l'obtient en condensant la diméthylaniline avec le chlorure de phényloxanthranol en présence de chlorure d'aluminium :



$$C^6H^4 \left< \begin{matrix} C \left< \begin{matrix} Cl \\ C^6H^5 \end{matrix} \right. \\ CO \end{matrix} \right> C^6H^4 + C^6H^5Az(CH^3)^2 = HCl + C^6H^4 \left< \begin{matrix} C \left< \begin{matrix} H^5C^6 \\ C^6H^4-Az(CH^3)^2 \end{matrix} \right. \\ CO \end{matrix} \right> C^6H^4.$$

» Prismes jaunes, transparents, fondant à 215° et donnant avec les acides des sels dissociables par l'eau.

» *Diéthylamidodiphénylanthrone :* $C^6H^4 \left< \begin{matrix} C \left< \begin{matrix} H^5C^6 \\ C^6H^4Az(C^2H^5)^2 \end{matrix} \right. \\ CO \end{matrix} \right> C^6H^4$. — S'obtient de la même façon, par condensation de la diéthylaniline avec le chlorure de phényloxanthranol.

» Elle cristallise au sein du toluène en prismes jaunes, transparents, dichroïques, fondant à 194°-195° et qui renferment une demi-molécule de ce carbure.

» On peut remarquer que ces deux derniers composés ne présentent qu'une coloration jaune assez peu intense alors que les diméthylamido et diéthylamidoanthraquinones sont rouges.

» La diphénylanthrone est donc un chromogène moins puissant que l'anthraquinone, fait qui était à prévoir puisqu'elle ne renferme plus qu'un seul chromophore CO.

» Dans une prochaine Communication nous nous proposons de faire connaître d'autres produits de condensation du chlorure de phényloxanthranol. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques réactions colorées des oxycelluloses.* Note de M. **Edm. Jandrier.**

« Les oxycelluloses, et en particulier celle obtenue par oxydation du coton au moyen du chlorate de potassium par le procédé de Léo Vignon, fournissent, de même que tous les corps à fonction aldéhydique, des réac-

tions colorées lorsqu'on les traite par l'acide sulfurique en présence d'un phénol.

» Ces colorations sont le mieux observées en opérant de la façon suivante : dans un tube à essai on introduit quelques centigrammes d'un phénol quelconque, puis 1^{cc} ou 2^{cc} du liquide contenant l'oxycellulose en solution ou même en suspension, on ajoute alors avec précaution et en le faisant couler le long des parois du tube 1^{cc} environ d'acide sulfurique pur parfaitement exempt de produits nitreux ; l'échauffement est généralement suffisant pour déterminer la formation de la coloration au plan de séparation des deux liquides et l'on peut la favoriser par un chauffage modéré si c'est nécessaire.

» Le phénol donne une teinte jaune d'or, l'α-naphtol du violet, le β-naphtol du brun, de même que l'hydroquinone, la résorcine du jaune brun, le menthol et le thymol des teintes rosées variables avec la température, l'acide gallique du vert légèrement teinté de violet en dessous dans l'acide, la morphine et la codéine de beaux violets, etc.

» Il est à remarquer que ces colorations, qui peuvent varier légèrement suivant la concentration de la solution oxycellulosique, sont à peu de chose près semblables à celles que fournissent, dans les mêmes conditions, les solutions de sucres à fonction aldéhydique, les solutions étendues et fraîchement préparées de gomme arabique, ainsi que les solutions d'aldéhyde formique. »

MINÉRALOGIE. — *Contribution à l'étude des eaux minérales. Sur la source Croizat, près du Mont-Dore.* Note de M. F. **Parmentier**, présentée par M. Troost.

« En général, dans une même région, les sources d'eaux minérales, sans être identiques, présentent de grandes analogies. Il est rare de découvrir, dans un périmètre restreint, des eaux qui ne ressemblent pas à leurs voisines. Nous avons cependant eu l'occasion de trouver, dans un certain nombre de localités, des sources très notablement différentes de celles déjà connues. Nous demandons à l'Académie la permission d'en citer aujourd'hui une qui nous paraît devoir intéresser les chimistes, les géologues et les médecins. La source en question a été découverte il y a deux ans entre la Bourboule et le Mont-Dore, toute proche de la fontaine pétrifiante connue de tous ceux qui ont visité le Mont-Dore. Sa position exacte est sur la rive

gauche de la Dordogne, au-dessus des forêts de sapins qui séparent la Dordogne de Rigolet-le-Bas. Pour arriver à la capter on a dû faire une série de galeries verticales, puis horizontales, dans des tufs provenant de dépôts d'eaux minérales. La source est très abondante. La température est de 43°. L'analyse de l'eau recueillie par nous-même nous a donné les résultats suivants :

	gr
Acide carbonique libre	1,225
Silice	0,110
Acide chlorhydrique	3,774
Acide arsénique	0,009
Chaux	1,171
Magnésie	0,044
Potasse	0,053
Soude	3,980
Lithine	0,005

» L'analyse bactériologique a montré que les milieux de culture restent stériles.

» Cette eau est donc non seulement remarquable par sa teneur en sel marin (en admettant les groupements hypothétiques des éléments 6,046) mais encore par l'absence à peu près totale de fer. Elle renferme au contraire des quantités notables d'arsenic. Ce fait nous paraît montrer que dans une eau minérale non altérée l'arsenic se trouve non à l'état d'arséniate de fer, mais d'arséniate de soude. Ce n'est qu'après l'action de l'oxygène de l'air que l'acide arsénique se trouve précipité à l'état d'arséniate de sesquioxyde de fer.

» La source que nous signalons ne paraît pas avoir d'analogues dans la région. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les eaux minérales fluorées.* Note de M. **Parmentier**, présentée par M. Troost.

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* du 23 mai 1899, M. Lepierre, après avoir signalé la présence du fluor dans certaines eaux minérales, notamment du Portugal, m'attribue cette conclusion « que l'existence de fluorures dans les eaux minérales constituerait une grande » exception ».

» Je n'ai parlé que des eaux minérales que j'ai analysées et en particulier des eaux du Mont-Dore et des eaux de Saint-Honoré-les-Bains, dans

lesquelles, contrairement à une opinion souvent émise, il n'existe, d'après mes analyses, aucune trace de composé fluoré quelconque. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Modification de la respiration des végétaux à la suite des alternances de température.* Note de M. **W. Palladine**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« De Saussure et Garreau ont constaté que le dégagement d'acide carbonique par la respiration augmente avec la température. M. Félix de Fauconpret [1] a donné la loi de ces variations d'intensité qui peuvent être représentées par une courbe parabolique.

» Cette augmentation régulière de l'intensité respiratoire avec la température n'est vraie que si les plantes soumises aux expériences se sont trouvées antérieurement placées dans les mêmes conditions et en particulier aux mêmes températures.

» Les expériences que je viens d'entreprendre ont pour but de montrer que l'intensité respiratoire varie d'une manière considérable *à la même température*, si les plantes soumises aux expériences ont été antérieurement placées pendant plusieurs jours à des températures extrêmes, très différentes de la température à laquelle on fait les mesures.

» J'ai opéré avec des extrémités de tiges étiolées de *Vicia Faba* qui étaient détachées avec une lame de platine et réparties en trois lots. Chaque lot a été pesé et placé dans une solution à 10 pour 100 de saccharose. Le premier lot a été soumis à une température moyenne (17° à 20°); le deuxième lot à une basse température (7° à 12°); le troisième lot à une température élevée (36° à 37°,5). Au bout de trois à sept jours, les trois lots ont été mis à une température moyenne (18° à 22°), et j'ai déterminé aussitôt simultanément l'intensité respiratoire dans trois appareils placés sur la même table.

» La moyenne des résultats obtenus est la suivante :

Température antérieure des cultures.	Gaz carbonique dégagé pour 100gr de bourgeons (18°-22°).	Excès pour 100 sur le lot à température moyenne.
Température moyenne (17°—20°)....	55mgr,8	»
Température basse (7 — 12)....	78,1	40 pour 100
Température haute (36 — 37,5)..	85,4	53 pour 100

(1) *Comptes rendus;* 1864.

» Il résulte de ces expériences que les pousses placées antérieurement aux basses températures ont eu une respiration dont l'intensité a été augmentée de 40 pour 100. L'excitation est encore plus forte si la température antérieure est élevée (augmentation de 53 pour 100).

» Bien que la cause de l'influence de l'alternance des températures sur l'énergie de la respiration nous soit inconnue, les faits constatés ont néanmoins une grande importance biologique.

» Ils nous prouvent qu'en étudiant les phénomènes physiologiques il ne suffit pas de connaître les conditions dans lesquelles la plante se trouve au moment de l'expérience, il faut encore connaître les conditions *antérieures*.

» On ne peut préciser de quelle manière l'excitation de la respiration par les alternances de température influe sur la vie et sur le développement de la plante. Toutefois, on peut rapprocher ces résultats de ceux obtenus dans les récentes recherches si intéressantes de M. Gaston Bonnier (1). Cet auteur a montré que les changements de température (très basse pendant la nuit, élevée pendant le jour) donnent aux plantes les particularités propres à la flore alpine (croissance moindre, courts entrenœuds, feuilles petites et épaisses, floraison précoce). Tout récemment (2), M. Bonnier a fait voir aussi que les alternances de température augmentent l'assimilation des feuilles; n'est-il pas remarquable de constater en même temps l'influence considérable que les mêmes changements de condition font subir au phénomène respiratoire? »

PATHOLOGIE ANIMALE. — *Sur la position systématique des* Trichophyton *et des formes voisines dans la classification des Champignons*. Note de MM. **L. Matruchot** et **Ch. Dassonville** (3), présentée par M. Gaston Bonnier.

« Malgré les nombreux travaux relatifs aux Champignons de l'herpès et des teignes (*Trichophyton* et genres voisins), travaux dont les plus récents

(1) Gaston Bonnier, *Expériences sur la production des caractères alpins des plantes par l'alternance des températures extrêmes* (*Comptes rendus*, 1898).

(2) *Comptes rendus*, 1899.

(3) Travail fait au Laboratoire de Botanique de la Sorbonne, dirigé par M. Gaston Bonnier.

et les plus importants sont ceux de M. Sabouraud et de M. Bodin, on ignore encore entièrement à quelle famille et même à quel ordre de Champignons ces parasites doivent être rattachés.

» Dans une Note (¹) antérieurement présentée à l'Académie, nous avons indiqué que les *Trichophyton* doivent être rapportés aux Ascomycètes du groupe des Gymnoascées. Nous allons donner aujourd'hui les raisons, péremptoires à nos yeux, de cette manière de voir.

» Les *Trichophyton*, étudiés jusqu'à ce jour par les divers auteurs qui se sont occupés soit de l'herpès des animaux domestiques, soit des teignes du cuir chevelu de l'enfant, n'ont jamais présenté que des formes reproductrices imparfaites.

» Les unes, dites *spores mycéliennes*, qu'on observe seules dans les lésions herpétiques et qu'on retrouve comme formes de dégénérescence dans les cultures artificielles, sont de simples renflements mycéliens, dont la valeur morphologique est à peu près nulle, et qui ne peuvent être d'aucun secours pour établir les affinités réelles des espèces entre elles.

» Les autres, dites *formes conidiennes*, s'observent dans les cultures artificielles; elles sont très caractéristiques et leur étude suffit pour qu'on puisse affirmer, sans connaître la forme ascosporée des *Trichophyton*, que ces Champignons sont des Ascomycètes du groupe des Gymnoascées.

» Examinons, en effet, les caractères et le développement des formes fructifères culturales de *Trichophyton*.

» Nous avons déjà décrit en détail (²) le mode de formation des conidies, qui pour nous sont de véritables chlamydospores; les caractères principaux que présente ce mode de formation sont les suivants :

» 1° Ramuscules sporifères ou spores naissant à angle droit sur le mycélium;

» 2° Spores solitaires, ovales, comme tronquées à la base, naissant latéralement et irrégulièrement sur les filaments rampants;

» 3° Enkystement intercalaire d'une partie du protoplasma des filaments, donnant naissance à des chlamydospores;

» 4° Émigration du protoplasma dans les spores et, par suite, évidement du mycélium restant.

» Or ces caractères se retrouvent point par point dans les Gymnoascées proprement dites, *Gymnoascus* et surtout *Ctenomyces*, telles qu'elles sont

---

(¹) Matruchot et Dassonville, *Sur un nouveau Trichophyton produisant l'herpès chez le cheval* (*Comptes rendus*, 1er août 1898).

(²) *Loc. cit.*

décrites par Eidam, ainsi que dans les diverses espèces de ces deux genres que nous avons eu l'occasion d'examiner nous-mêmes.

» Mais il y a plus. A ces caractères primordiaux viennent se joindre d'autres traits de ressemblance de valeur non négligeable : analogie des substrats naturels (spécialement avec *Ctenomyces*), production de pigments jaunes ou rouges (comme chez divers *Gymnoascus*), présence de tortillons semblables à ceux de *Ctenomyces*, etc. Enfin, fait ignoré d'Eidam et qui nous a apporté une remarquable preuve, *a posteriori*, de la justesse de notre manière de voir : on peut observer dans les *Ctenomyces* des articles fuselés et pluricellulaires, analogues à ceux que présentent si fréquemment les *Trichophyton*.

» Jusqu'à ce jour, les dermatologistes et les mycologues ont accepté l'idée que les *Trichophyton* se rattacheraient aux *Sporotrichum* ou aux *Botrytis* : cette idée doit être abandonnée. Pour toutes les raisons énumérées plus haut, il est à nos yeux hors de doute que les *Trichophyton* sont des formes imparfaites de Gymnoascées, peut-être de *Ctenomyces*, peut-être d'un genre voisin encore inconnu.

» Avec les *Trichophyton* viendront se ranger dans cette famille naturelle des Gymnoascées (*s. s.*) divers Champignons parasites de l'homme ou des animaux, Champignons qu'on ne sait encore à quel groupe rattacher. Le fait paraît dès maintenant acquis pour le Champignon du favus et de la teigne faveuse (*Achorion*), car, ainsi que cela résulte d'une communication verbale à nous faite par M. Sabouraud, quelques rares cultures du parasite extrait d'un favus ont donné des fructifications semblables aux formes culturales sporifères de *Trichophyton*.

» Nous espérons pouvoir montrer bientôt qu'il en est de même pour divers autres Champignons pathogènes, dont les affinités avec le groupe des Gymnoascées nous semblent, pour des raisons que nous nous réservons de développer, aussi bien établies que le sont celles des *Trichophyton*. »

GÉOLOGIE. — *Le carbonifère des Pyrénées centrales*. Note de M. CARALP, présentée par M. de Lapparent.

« Le carbonifère des Pyrénées est loin d'être comparable à lui-même sur les divers points de la chaîne : si certaines de ces assises conservent les

mêmes caractères sur de grandes étendues, d'autres, au contraire, changent de composition à courte distance.

» Nous nous proposons dans cette Note d'appeler l'attention sur ces variations lithologiques, ces faciès, qui, pour avoir été méconnus, ont amené bien des méprises. D'autre part, en mettant en parallèle de nombreuses coupes que nous avons relevées dans les Pyrénées centrales et les complétant les unes par les autres, il nous a été possible de reconnaître dans ces puissantes masses minérales, à peu près indécises jusqu'ici, un certain nombre de niveaux stratigraphiques et d'établir en outre leur ordre de succession.

» *Étage dinantien.* — 1° A l'extrême base du système carboniférien, et reposant directement sur les griottes, marbres verts et autres calcaires amygdalins du dévonien supérieur, se montre presque partout une couche noirâtre, relativement mince d'ailleurs, mais d'une grande importance au point de vue industriel : c'est la couche à phosphates noduleux que les recherches de M. Levat (¹) ont mise en lumière; les nodules sont emballés dans des schistes carburés, parfois anthraciteux, accompagnés presque toujours de lydiennes. Toutefois ce niveau n'est pas continu; il peut être représenté par des schistes stériles.

» 2° Au-dessus de cette assise remarquable et séparés d'elle par une masse assez épaisse de schistes terreux ordinairement grisâtres, existent des bancs de grès siliceux et parfois, comme au Tuc d'Eychenne et sur d'autres points des petites Pyrénées de l'Ariège, des conglomérats à galets de quartz et de lydienne, absolument identiques aux poudingues *à dragées* de la Montagne-Noire, que M. Bergeron a rapportés au sous-étage tournaisien, ayant trouvé à ce niveau le *Spirifer tornacensis* (²). Il semble assez logique de les mettre sur le même horizon, les relations stratigraphiques étant d'ailleurs analogues de part et d'autre.

» 3° Au-dessus, et paraissant se rattacher à la base du sous-étage viséen, se développent les schistes à *Productus* de Larbont (*P. cora, semi-reticulatus, latissimus,* etc.), dont la faune, étudiée par M. Lortet (³), a été rapprochée de celle de l'Ardoisière, près Vichy.

» 4° A ces schistes, qui parfois prennent le faciès ardoisier, succède un

---

(¹) *Comptes rendus*, 21 novembre 1898. *Annales des Mines*, 1re livr., 1899.
(²) *Soc. Géol.*, 20 juin 1898.
(³) *Comptes rendus*, 4 août 1884 et 9 mai 1887.

niveau essentiellement variable avec les lieux comme constitution pétrographique. Entièrement schisteux dans la vallée de Luchon, il se transforme graduellement vers l'ouest : dans la Barousse, en effet, il est formé d'alternances de schistes et de calcaires; dans la vallée d'Aure le calcaire domine, formant au-dessus du ravin d'Ardengost des escarpements blanchâtres, où M. Lortet a recueilli des *Productus giganteus* établissant leur équivalence avec le calcaire de Visé.

» A l'est de la vallée de Luchon, cet horizon est représenté sur les bords de la Garonne par des dolomies et des dalles calcaires; dans la vallée du Lez par de puissants calcaires à *Productus* et à polypiers, analogues à ceux d'Ardengost, par des calschistes ardoisiers et des brèches versicolores; dans celle de l'Ariège par des schistes et des calschistes dont les tons verts ou rouges rappellent d'une manière frappante la livrée des marbres entrelacés du dévonien supérieur.

» C'est également à ce niveau carbonifère que doivent être rapportés selon nous les griottes et les marbres verts qu'on exploite dans la haute vallée de Campan (carrières de l'Espiadet). La stratigraphie, en effet, conduit à placer ces calcaires aux vives couleurs dans le viséen comme les calcaires gris ou noirs d'Ardengost : ils s'y rattachent en direction à travers le col d'Aspin; d'autre part ils sont placés, comme eux, entre les schistes dinantiens (horizon de Larbont) et le houiller fossilifère. Vers l'ouest également, au nord de la Seoube, les marbres de Campan montrent la même transformation latérale.

» Ce faciès à griottes semblerait d'ailleurs fréquent dans les Pyrénées occidentales : M. Bresson (¹) dans la vallée d'Argelès, et antérieurement M. Seunes (²) dans celle d'Aspe, ont trouvé associés à des calcaires blancs à *Spirifer glaber* d'âge viséen, des griottes à *Glyphioceras crenistria, Prolecanites Henslowi* et autres fossiles du carbonifère inférieur. M. Seunes ajoutait même à propos de la vallée d'Aspe que les calcaires blancs à polypiers du carbonifère peuvent être remplacés partiellement ou totalement par des calcaires noirs et des calcaires amygdalins à *Glyphioceras*. En somme, si beaucoup de griottes (et nous estimons que c'est la grande majorité) relèvent du dévonien supérieur, par exemple à Saint-Girons, Castelnau-Durban, Cierp et aussi à Bourg-d'Oueil, ainsi que le montre une étude récente de M. Barrois, il résulte d'autre part des observations précédentes

(¹) *Soc. Géol.*, 19 décembre 1898.
(²) *Soc. Géol.*, 6 novembre 1893.

qu'il en existe aussi dans le terrain carbonifère. Nous ajouterons qu'à Lez, au sud de Saint-Béat, les calschistes amygdalins qu'on a exploités comme griottes se trouvent dans le Permien inférieur; nous avons constaté des roches analogues à divers niveaux du dévonien et exceptionnellement dans le Silurien inférieur.

» Dans la zone d'influence des granites, les calcaires sont profondément modifiés dans leur texture et leur composition : ils deviennent éminemment cristallisés et se chargent de minéraux, comme nous l'avons indiqué pour la granite de Bordères ([1]). Dans son Mémoire récent sur les granites de l'Ariège, M. Lacroix ([2]) a donné à ce sujet des renseignements du plus haut intérêt.

» *Étage houiller*. — Au-dessus de cette formation complexe, essentiellement hétérogène qui correspond à la partie supérieure du viséen, se développe le houiller.

» A la base, et notamment au-dessus du calcaire d'Ardengost, on trouve une masse considérable de grès siliceux avec schistes subordonnés, qui correspondent probablement au Millstone grit.

» Dans les monts Maudits et plus spécialement sur les bords de l'Essera, le houiller est entièrement continental; les déterminations de M. Zeiller ([3]) semblent le placer à la base du stéphanien.

» A Fréchet-d'Aure, enfin, le houiller est composé d'alternances terrestres et marines comme dans le nord de la France; il paraît se rapporter à un niveau plus élevé du stéphanien, et probablement au niveau de la Rhune. La partie supérieure présente même quelques affinités permiennes ([4]). »

PHYSIOLOGIE. — *A propos de l'action empêchante du sérum sanguin sur la présure*. Note de MM. **L. Camus** et **E. Gley**, présentée par M. Bouchard.

« M. A. Briot vient de constater ([5]) que le sérum sanguin de divers animaux possède la propriété d'empêcher l'action coagulante de la présure

---

([1]) *Bull. Soc. Géol.*, 15 juin 1896.

([2]) *Ann. du Muséum*.

([3]) *Bull. Soc. Géol.*, 18 février 1886.

([4]) Caralp, *Comptes rendus*, t. XXVIII; mars 1892.

([5]) A. Briot, *Sur l'existence dans le sang des animaux d'une substance empêchant l'action de la présure sur le lait* (*Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 1359; 29 mai 1899).

sur le lait. C'est un fait que nous avons les premiers signalé; nous avons montré en même temps que le sérum sanguin empêche de même l'action de la pepsine et de la trypsine, c'est-à-dire des ferments protéolytiques ([1]). M. Briot, à la vérité, n'a pas rapporté le phénomène aux causes qui nous avaient paru l'expliquer, et ses expériences tendent à établir, entre autres résultats intéressants, que le sérum sanguin doit la propriété dont il s'agit à un ferment antagoniste de la présure. »

PHYSIOLOGIE. — *Action coagulante du liquide de la prostate externe du Hérisson sur le contenu des vésicules séminales.* Note de MM. **L. Camus** et **E. Gley**, présentée par M. Bouchard.

« Nous avons montré, en 1896 ([2]), que le liquide prostatique du Cobaye, du Rat et de la Souris contient une substance agissant à la manière d'un ferment et qui coagule rapidement le contenu des glandes vésiculaires de ces animaux; nous avons montré en même temps qu'il s'agit là d'une nouvelle diastase coagulante, spécifique comme toutes les diastases connues. En poursuivant nos recherches sur l'action de ce ferment, nous avons trouvé, cette fois chez un Insectivore, le Hérisson, une nouvelle substance du même ordre.

» Le Hérisson est un animal chez lequel les glandes génitales accessoires, très petites pendant la période hibernale, prennent un volume considérable au printemps et durant l'été. Outre les vésicules séminales et la prostate, il présente à la face postéro-interne de la cuisse, dans la fosse ischio-rectale, de chaque côté de l'anus, en dehors de la cavité abdominale par conséquent, une autre glande non moins importante. Divers anatomistes considèrent ces glandes comme étant les glandes de Cooper ([3]); mais, pour d'autres, cet organe constitue une véritable prostate ([4]).

([1]) L. Camus et E. Gley, *Action du sérum sanguin sur quelques ferments digestifs* (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, 31 juillet 1897, p. 825). — *Action du sérum sanguin et des solutions de propeptone sur quelques ferments digestifs* (*Arch. de Physiol.*, 5e série, t. IX, p. 764-776; 1er octobre 1897).

([2]) L. Camus et E. Gley, *Action coagulante du liquide prostatique sur le contenu des vésicules séminales* (*Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 194; 20 juillet 1896).

([3]) A. Nicolas, *Les glandes de Cooper chez le Hérisson* (*Bull. de la Soc. des Sciences de Nancy*, t. IV, n° 8, p. 45; juillet 1892).

([4]) R. Disselhorst, *Die accessorischen Geschlechtsdrüsen der Wirbelthiere*; Wiesbaden, 1897.

Appelons-la *prostate externe*, par opposition à la prostate interne (intra-abdominale). Nous allons voir que, physiologiquement, cette glande est en effet assimilable à la prostate des Rongeurs dans le suc de laquelle nous avons trouvé un ferment coagulant.

» Si l'on met en contact une gouttelette de ce *liquide prostatique-e* (c'est-à-dire provenant de la *prostate externe*), liquide blanc laiteux, un peu visqueux, neutre au papier de tournesol, avec une grosse goutte du liquide (¹) des vésicules séminales, il se produit immédiatement un abondant précipité en fins grumeaux blanchâtres qui se rassemblent vite; il se forme alors une colle épaisse, et non plus une cire, comme cela arrive quand on fait agir la *vésiculase* du cobaye sur la *vésiculine* de ce même animal; il y a prise du liquide vésiculaire, non pas en caillot, mais en colle (²); ce liquide, nous venons, pour abréger, de l'appeler *vésiculine*. Nous proposons d'appeler *vésiculase-e* la substance active du liquide de la prostate externe; la vésiculase des Rongeurs, provenant de la prostate interne, deviendra alors la *vésiculase-i*.

» Or, le phénomène que nous étudions paraît bien dû à l'action d'un ferment. D'abord, la quantité du liquide coagulant n'est point en proportion avec la quantité de substance coagulable. A ce point de vue cependant, faisons remarquer que ce nouveau ferment ne nous a pas paru aussi actif que celui de la prostate du Cobaye. D'autre part, chauffé pendant cinq minutes à la température de 69°, il perd toute son activité; chauffé à 50°-55° pendant cinq minutes, il se coagule, mais n'en agit pas moins sur la vésiculine (³).

» C'est bien là aussi une action spécifique. Ni la plasmase, ni la présure, ni même la vésiculase du Cobaye n'agissent sur la vésiculine du Hérisson.

(¹) Ce second liquide que l'on obtient naturellement en plus grande quantité que le premier, les glandes vésiculaires étant beaucoup plus volumineuses que cette prostate externe, est aussi de couleur blanchâtre (blanc laiteux), moins visqueux et également neutre au papier de tournesol.

(²) Nous avions déjà antérieurement constaté (*Soc. de Biol.*, 24 juillet 1897) que le liquide que l'on peut recueillir à la suite de l'excitation du nerf éjaculateur, chez le Hérisson, se coagule à la sortie de l'urètre, mais que cette coagulation n'a pas l'aspect présenté par les produits de l'éjaculation des Rongeurs.

(³) La réaction du milieu paraît cependant sans influence sur le phénomène. On peut alcaliniser (par la soude) ou acidifier (par l'acide chlorhydrique) la solution de vésiculase, sans que celle-ci perde son pouvoir coagulant, quoique l'alcali ou l'acide coagule le liquide prostatique lui-même; mais ce dernier garde néanmoins son activité.

Inversement, la vésiculase du Hérisson n'agit ni sur le sang, ni sur le lait, ni sur la vésiculine du Cobaye.

» Nous avons recherché chez deux Rongeurs (Cobaye et Rat) quelle peut être l'action du liquide sécrété par la prostate externe qu'ils possèdent aussi. Mais chez ces animaux cette glande est très réduite et ne fournit presque point de suc, à peine une très petite gouttelette. Nos expériences sur ce point ne nous ont jusqu'à présent pas donné de résultats.

» Quant à la prostate interne du Hérisson, elle sécrète un liquide légèrement jaunâtre, transparent, rappelant par ces caractères l'aspect du liquide prostatique du Cobaye, dont il diffère cependant par sa réaction très alcaline; ce suc est sans effet, qu'il soit employé en petite quantité ou à proportions égales, sur le contenu des glandes vésiculaires.

» Ce n'est pas cependant que ce liquide soit complètement inactif. Il agit sur le liquide de la prostate externe pour le coaguler, de telle sorte que cette dernière glande sécrète à la fois un ferment coagulant (vésiculase *e*) et une substance apte à être coagulée par un agent provenant d'une autre glande. Mais il y a ici en jeu des phénomènes d'une nature particulière, sur lesquels nous nous proposons de revenir prochainement. »

PHYSIOLOGIE. — *La composition minérale de l'enfant nouveau-né et la loi de Bunge.* Note de M. L. **Hugounenq**, présentée par M. Bouchard.

« Dans un premier Mémoire ([1]), j'ai établi quelques données relatives à la statique des éléments minéraux chez le fœtus et l'enfant nouveau-né. Ces résultats n'intéressent que les deux points suivants : 1° la teneur globale de l'organisme fœtal en sels minéraux, aux diverses périodes de la grossesse; 2° la quantité de fer, beaucoup plus faible qu'on ne le croit généralement, sur la foi de déterminations erronées.

» Voici maintenant la composition des éléments minéraux chez un fœtus humain à terme, du sexe masculin, pesant $2^{kg},710$. L'incinération a fourni $96^{gr},7556$ de cendres parfaitement blanches et ne contenant que 0,33 pour 100 de charbon et 0,09 pour 100 de sable. Dans ce calcul des résultats on a tenu compte de ces petites quantités de substances étrangères.

([1]) *Comptes rendus*, 24 avril 1899.

	Pour 100 parties de cendres.
Anhydride phosphorique	35,28
Chaux	40,48
Magnésie	1,51
Chlore	4,26
Anhydride sulfurique	1,50
Peroxyde de fer	0,39
Potasse	6,20
Soude	8,12
Anhydride carbonique	1,89
Total	99,63

» Il convient de signaler en passant les proportions respectives de chaux et d'anhydride phosphorique. Celui-ci est en excès et une partie de l'acide phosphorique serait à l'état de phosphate acide si les autres bases n'intervenaient pas. D'autre part, la soude prédomine sur la potasse et pour une molécule de potasse K^2O nous trouvons environ deux molécules de soude Na^2O : la potasse est d'ordinaire plus abondante chez les jeunes animaux (chien, lapin, chat).

» Un autre point plus important, c'est la comparaison des cendres de l'organisme fœtal et des cendres du lait de la mère. Bunge, à qui l'on doit sur ce sujet d'intéressantes recherches, a établi que les cendres totales du jeune animal présentent une analogie de composition très grande et qui va presque jusqu'à l'identité avec les cendres du lait de la mère. Cette composition des cendres varie d'une espèce à l'autre; mais, dans la même espèce, le parallélisme se maintient entre le squelette minéral du jeune et les cendres du lait maternel. Chez le chat, le chien, le lapin, ce parallélisme a la constance d'une loi que Bunge a formulée ainsi : « La cellule épithéliale » de la glande mammaire prélève sur les sels minéraux du plasma toutes » les substances inorganiques exactement dans la proportion où elles sont » nécessaires au nourrisson pour se développer et réaliser l'organisme de » ses ascendants. »

» La loi de Bunge est-elle générale? On en jugera par le Tableau suivant :

	Cendres du fœtus humain. Pour 100.	Cendres du lait de femme ([1]). Pour 100.
P^2O^5	35,28	21,30
CaO	40,48	14,79
MgO	1,51	2,87
Cl	4,26	19,73
SO^3	1,50	»
Fe^2O^3	0,39	0,18
K^2O	6,20	35,15
Na^2O	8,12	10,43
CO^2	1,89	»

» Il ressort de cette comparaison que la loi de Bunge n'est pas applicable à l'espèce humaine. La glande mammaire n'a pas, chez la femme, le pouvoir de sélection qu'elle manifeste chez certains mammifères ou, plus exactement, le pouvoir sélecteur, s'il existe, ne s'exerce pas vers le même objet.

» Il est difficile d'expliquer, *a priori*, cette curieuse exception; on peut supposer cependant que la loi de Bunge n'est vraie que chez les mammifères à développement rapide, qui constituent une part importante de leur organisme, et spécialement de leur tissu osseux, durant l'allaitement; ce qui n'a pas lieu chez l'homme.

» Le rapport de la durée de l'allaitement à la durée totale du développement est environ de $\frac{1}{4}$ chez le chien, il n'est plus que de $\frac{1}{20}$ chez l'homme. Chez la plupart des mammifères, le lait est donc un facteur du développement beaucoup plus important que chez l'homme; de là, chez l'animal, une adaptation plus étroite de la sécrétion lactée à la constitution minérale de l'organisme. »

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *Lésions des centres nerveux dans l'épilepsie expérimentale d'origine absinthique*. Note de **M. G. Marinesco**, présentée par M. Bouchard.

« Les études cliniques de Magnan et les recherches expérimentales de Laborde, confirmées par Sérieux et nous-même, ont montré d'une manière

([1]) Bunge, *Zeitschrift f. Biologie*, t. X, p. 326; 1874.

indéniable que l'absinthe administrée sous forme de liqueur ou d'essence détermine un tableau symptomatique rappelant tout à fait celui de l'épilepsie. Il était intéressant de savoir si cette épilepsie d'origine absinthique s'accompagne ou non de lésions des centres nerveux. C'est dans ce but que j'ai repris mes expériences antérieures en collaboration avec mon interne M. Stefanesco, qui consistaient en injections aux lapins de l'essence d'absinthe à la dose de $0^{cc},5$ jusqu'à 2^{cc}. Il apparaît chez ces animaux, dans ces conditions, des accès francs d'épilepsie de vingt à quarante minutes après l'injection de la substance toxique. Dans la moelle de la plupart des animaux, j'ai pu déceler, avec la méthode de Nissl, des lésions bien caractérisées intéressant non seulement les cellules radiculaires des cornes antérieures, mais également les cellules des cordons.

» Il y a tout une gamme d'altérations cellulaires, mais, d'une manière générale, on peut dire qu'elles sont d'autant plus intenses que l'animal a vécu plus de temps avec des convulsions. Ainsi, pour un lapin chez lequel les convulsions ont duré quinze heures avec quelques intermittences, les cellules radiculaires ont augmenté de volume, tandis que la densité de l'état chromatique, tout au moins dans un certain nombre d'entre elles, a diminué. Dans celles-ci, les éléments chromatophiles se présentent d'une façon différente à la périphérie et au centre. A la périphérie, ces éléments manquent, ou bien sont réduits à de fines granulations disséminées dans le cytoplasma légèrement teinté; puis suit une zone où les éléments chromatophiles sont plus pâles et plus ou moins tuméfiés, ou même désintégrés. Les éléments chromatophiles périnucléaires sont habituellement plus colorés et mieux conservés.

» La chromatolyse périphérique ou la disparition des éléments chromatophiles que nous venons de décrire offre plusieurs aspects. Parfois, elle est segmentaire : elle se présente sous forme de croissant, de fer à cheval, ou même elle est plus étendue et intéresse toute la périphérie de la cellule. Lorsque la chromatolyse siège à l'origine du cylindraxe, la colline qui existe à ce niveau s'élargit en profondeur et s'étend jusqu'au voisinage du noyau. Grâce à la chromatolyse qui se produit quelquefois entre deux prolongements protoplasmatiques, on constate que ces prolongements se dirigent directement vers le noyau ou bien traversent toute la cellule, s'en allant vers le prolongement opposé. C'est une image qui correspond à la description qu'a donnée Bethe du trajet de la substance fibrillaire à l'intérieur de la cellule nerveuse. Les modifications éprouvées par le noyau et le nucléole sont plus difficiles à mettre en évidence; toutefois, il m'a

semblé que le nucléole est parfois d'un aspect granuleux et vacuolaire. Le volume de la vésicule nucléaire est tantôt augmenté, tantôt diminué.

» Les lésions que je viens de décrire se retrouvent surtout dans les cellules très altérées; mais, à côté de celles-ci, on en trouve d'autres moins touchées et présentant une chromatolyse moins étendue. En effet, il existe dans ces cellules des éléments chromatophiles d'aspect à peu près normal, tandis que d'autres sont en voie de désintégration.

» Chez les animaux qui ont vécu de quatre à huit heures, les lésions sont moins intenses que dans le cas précédent. La tuméfaction du corps cellulaire est moindre, et la chromatolyse, quoique périphérique, est plus discrète, étant plus souvent partielle que généralisée. C'est pour cette raison que les éléments chromatiques périnucléaires revêtent un aspect normal ou à peu près.

» Une autre différence qui distingue les lésions chez les animaux qui ont vécu avec des convulsions moins de huit heures, c'est que le nombre de cellules altérées est plus restreint que chez ceux qui ont vécu de dix à quinze heures. Enfin, je crois avoir remarqué que les éléments périnucléaires des cellules radiculaires, chez les animaux qui ont vécu longtemps avec des convulsions, se trouvent à l'état de parapicnomorphie; tandis que chez les animaux qui n'ont survécu que trois ou quatre heures à l'intoxication absinthique ils sont plutôt à l'état de picnomorphie. Malgré que mon attention ait été attirée plus particulièrement sur les lésions que présentent les cellules radiculaires et les cellules des cordons de la moelle, je dois cependant rappeler en passant que j'ai vu des lésions, il est vrai moins accentuées, dans le bulbe et dans l'écorce cérébrale. Je reviendrai dans un autre travail sur ces lésions.

» Au point de vue du mécanisme intime et de la nature des altérations que je viens de décrire, je dois faire remarquer qu'il faut voir dans ces lésions un trouble de nutrition. En effet, l'invasion de la cellule nerveuse par le poison absinthique change les conditions de nutrition de la cellule nerveuse et donne lieu, à la suite de ces désordres nutritifs, à un dégagement d'énergie nerveuse qui se traduit au dehors par des convulsions. Il ne s'agit pas là de lésions accidentelles sans aucun rapport avec les symptômes présentés par les animaux, mais il ne faut pas non plus les considérer comme la cause des convulsions. Je suis porté à croire que les troubles fonctionnels comme les troubles histologiques sont sous la dépendance immédiate de la même cause, à savoir : la perturbation du chimisme cellulaire. Lorsque la substance toxique a été éliminée par la cellule, les

convulsions disparaissent, mais des traces de lésions peuvent exister encore parce que la réparation demande un certain temps pour s'achever.

» En outre, il est fort probable qu'à ces altérations dues à l'intoxication absinthique s'ajoutent des phénomènes d'usure dus à la fonction exagérée de la cellule nerveuse. Il me semble hors de doute que cette activité anormale et prolongée de la cellule nerveuse ne soit pas accompagnée de modifications structurales du neurone. Il est vrai que nous ne connaissons pas au juste les phénomènes qui se passent dans la cellule nerveuse lors de sa fonction, mais ces changements se traduisent par des modifications structurales ainsi que les expériences de Nissl, Mann, Lugaro, etc. tendent à le prouver. »

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures un quart.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 29 MAI 1899.

Aperçus de Taxinomie générale, par J.-P. DURAND (DE GROS). Paris, Félix Alcan, 1699; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Marey. Hommage de l'Auteur.)

Énergétique musculaire, par F. LAULANIÉ, avec une Préface de M. A. CHAUVEAU, Membre de l'Institut. Paris, Masson et Cie, Gauthier-Villars et fils, s. d.; 1 vol. in-16. (Présenté par M. Chauveau. Hommage de l'Auteur.)

Pourquoi et comment il faut se garer des microbes. Maladies infectieuses et désinfection. Simple manuel, par le Dr A. MERCIER. 2e édition, Lausanne, Georges Bridel et Cie; Paris, Fischbacher, s. d.; 1 vol. in-18. (Présenté par M. Chauveau pour le Concours du prix Montyon, Arts insalubres.)

La Médecine du progrès, guérison des maladies respiratoires... par la méthode électrique et aérothérapique du Dr H.-A.-B. HUGUET (DE VARS). Paris, 1899; 1 fasc. in-8°.

Service géographique de l'Armée. Rapport sur les travaux exécutés en 1898. Paris, 1898; 1 fasc. in-8°.

Compagnie des chemins de fer du Midi. Assemblée générale des Actionnaires du 25 *avril* 1899 . *présidence de M. Léon Aucoc. Rapport du Conseil d'administration, résolutions de l'Assemblée.* Paris. E. Buttner-Thierry, 1899; 1 fasc. in-4°.

L'Asie moyenne sismique, par F. DE MONTESSUS DE BALLORE. Genève, Lausanne, Paris; 1 fasc. in-8°.

Catalogue of the library of the Royal botanic Gardens, Kew. London, Darling and Son, 1899; 1 vol. in-8°. (With the compliments of the Director, Royal Gardens, Kew.)

History and present status of instruction in cooking in the public schools of New York City. Reported by Mrs. LOUISE-E. HOGAN, with an introduction by A.-C. TRUE. Washington, 1899; 1 fasc. in-8°.

The exploration of the free air by means of kites at Blue Hill observatory, by A. LAWRENCE ROTCH. Washington, 1898; 1 fasc. in-8°.

On steam and brines, by J.-Y. BUCHANAN. Edinburgh, Robert Grant and Son, 1899; 1 fasc. in-4°.

Sopra un curioso fenomeno osservato facendo passare una corrente elettrica in un tubo a gas rarefatto. Nota del prof. AUGUSTO RIGHI. Bologna, tip. Gamberini e Parmeggiani, s. d.; 1 feuillet in-8°.

Sul potere rotatorio magnetico del cloro. Nota del prof. AUGUSTO RIGHI. Bologna, s. d.; 1 feuillet in-8°.

Intorno alla questione della produzione di un campo magnetico, per opera di un raggio luminoso polarizzato circolarmente. Nota del socio AUGUSTO RIGHI. (Reale Accademia dei Lincei. Estratto dal vol. VIII, 1° sem., serie 5ª, fasc. 7°; seduta del 9 aprile 1899.) 1 fasc. in-4°.

Publicationen des astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam, herausgegeben vom Director H.-C. VOGEL. Photographische Himmelskarte. Band I. Potsdam, 1899; 1 vol. in-4°.

Sixteenth annual report of the board of trustees of the Public Museum *of the city Milwaukee.* September 1st 1897, to August 31st 1898, October 1st 1898. Milwaukee, 1898; 1 fasc. in-8°.

The John Crerar library. Fourth annual report for the year 1898. Chicago, 1899; 1 fasc. in-8°.

Report of the New York meteorological observatory of the department of Parks, Central park, New York City, for the year 1899. DANIEL DRAPER, Director. New York, 1899; 1 fasc. in-4°.

Anuario estadistico de la Republica Mexicana, 1897. Mexico, 1898; 1 vol. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 5 JUIN 1899.

Histoire de la Faculté des Sciences de Bordeaux (1838-1894), par G. RAYET. Bordeaux, G. Gounouilhou, 1899; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Wolf. Hommage de l'Auteur.)

Les stations de l'âge du Renne, dans les vallées de la Vézière et de la Corrèze; documents recueillis et publiés par le Dr PAUL GIROD et ÉLIE MASSÉNAT, avec 110 planches hors texte. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1900; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Gaudry.)

Charles de l'Escluse d'Arras, le propagateur de la pomme de terre au XVIe *siècle. Sa biographie et sa correspondance, suivies d'un rapprochement historique entre Charles de l'Escluse et Parmentier*, par ERNEST ROZE. Paris, J. Rothschild, J. Lechevalier, 1899; 1 vol. in-16.

Bulletin de la Société de l'Industrie minérale. 3e série, t. XIII, 1re livraison, 1899. Saint-Étienne, 1 vol. in-8°.

Mémoires de la Société nationale d'Agriculture, Sciences et Arts d'Angers. 5e série, t. I, 1898. Angers, Lachèse et Cie, 1899; 1 vol. in-8°.

Parallax of the Andromeda nebula, by GEORGE-E. HALE. Chicago, 1899; 1 feuillet in-8°.

List of publications of M. E. Wadsworth. 1877-1885. Reprinted from the list of publications of Harvard University and its Officers, 1870-1880 and 1880-1885, issued by Harvard College library; 1 feuillet in-8°.

ERRATA.

(Séance du 29 mai 1899.)

Note de M. *H. Baubigny*, Séparation et dosage de traces de chlore, etc. :

Page 1326, ligne 1 en remontant, *au lieu de* 87 H^2O, *lisez* 80 H^2O.
Page 1328, ligne 4 en remontant, *au lieu de* brome, *lisez* bromure.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 JUIN 1899,

PRÉSIDENCE DE M. VAN TIEGHEM.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Le Jubilé de Sir G. Stokes *et le Centenaire de l'Institution Royale;* par M. A. **Cornu**.

« L'Académie apprendra avec intérêt la gracieuse et cordiale réception faite à nos Confrères et aux savants français qui se sont rendus, les semaines dernières, à Cambridge, à Londres et à Oxford.

» Elle comptait parmi ses membres, délégués à divers titres, MM. Becquerel, Cornu, Darboux, Gautier et Moissan; d'autres savants français étaient également présents : M. Borel, représentant l'École Normale supérieure, et M. Deslandres, la Société française de Physique.

» La première solennité, à laquelle nous avions été invités, a eu lieu à Cambridge, les 1er et 2 juin, à l'occasion du Jubilé de Sir Georges-Gabriel Stokes, dont on fêtait la cinquantième année de professorat à la chaire Lucasienne de l'Université.

» Les fêtes, inaugurées par la *Read lecture,* prononcée par l'un de nous,

ont été continuées par une Séance solennelle où les Universités, Académies et Sociétés scientifiques de tous les pays ont présenté des *adresses* de félicitations au savant professeur, successeur de Sir Isaac Newton, dans la chaire Lucasienne. L'Académie nous avait chargés de présenter à Sir G. Stokes, notre illustre Correspondant, la médaille Arago, qu'elle réserve aux savants qui ont rendu à la Science les plus éminents services. Elle a été accueillie avec des sentiments de gratitude qui attestent la haute valeur attachée à ce témoignage de notre Académie.

» La *Royal Institution of Great Britain*, fondée en 1799 par Sir Benjamin Thompson, comte de Rumford, fêtait, les 5, 6 et 7 juin, le Centenaire de sa fondation; S. A. R. le Prince de Galles, vice-patron de l'Institution, a gracieusement demandé qu'on lui présentât nos Confrères et leur a remis, dans l'une des séances commémoratives, le diplôme de membre honoraire de l'Institution Royale. Lord Rayleigh et M. James Dewar ont rappelé, dans deux remarquables *Commemoration lectures*, les principales découvertes faites, dans les laboratoires de l'Institution Royale, par Thomas Young, Sir Humphry Davy, Michaël Faraday, John Tyndall.

» Les expériences les plus intéressantes ont été exécutées; en particulier, celles qui se rapportent à l'interférence des sons et à l'hydrogène liquide ont excité un véritable enthousiasme. Nous avons pu mesurer ainsi l'immense chemin parcouru depuis un siècle, grâce aux efforts déployés dans cette belle Institution.

» Enfin l'Université d'Oxford a convié tous les savants étrangers présents à Londres à visiter ses Collèges, plus de cinq fois séculaires, qui renferment des richesses d'une valeur inestimable.

» Les deux Universités de Cambridge et d'Oxford ont témoigné à nos Confrères leurs sentiments d'estime et confraternité scientifiques en leur conférant des titres de docteur honoraire.

» Nous rapportons donc de notre séjour parmi les savants anglais non seulement l'impression de la plus cordiale hospitalité, mais encore une véritable admiration pour la manière dont ils cultivent et honorent la Science. L'histoire de ces Universités, et particulièrement celle de l'Institution Royale de la Grande-Bretagne, offre un exemple bien instructif : on voit par quelle méthode une nation, jalouse de s'élever au premier rang du progrès scientifique, d'encourager les recherches élevées et d'en faire comprendre les applications, parvient au but qu'elle s'est proposé. Elle choisit à chaque époque les savants les plus illustres, leur donne à la fois l'indépendance et les moyens matériels sans lesquels aujourd'hui on ne saurait réaliser de grandes découvertes.

» Il y a là un sujet de méditations et d'études pour ceux qui ont l'honneur de diriger le mouvement scientifique et qui s'efforcent de maintenir notre pays au rang élevé que ses traditions lui imposent. »

MÉDECINE. — *De l'angle d'inclinaison des côtes étudié à l'aide de la radioscopie et de la radiographie à l'état sain et à l'état morbide, en particulier dans la pleurésie sans épanchement;* par MM. **Ch. Bouchard** et **H. Guilleminot.**

« Si nous observons un sujet pendant qu'il respire, au moyen de la radioscopie, nous voyons que ses côtes s'élèvent pendant qu'il inspire et s'abaissent pendant qu'il expire. Ce mouvement chez le sujet sain paraît approximativement symétrique à droite et à gauche. En outre, chez lui, les côtes paraissent inclinées également des deux côtés.

» Dans la pleurésie récente et unilatérale, les côtes du côté malade paraissent avoir moins d'amplitude oscillatoire que du côté sain; en outre, il semble qu'elles soient plus inclinées.

» Chez le pleurétique ancien, nous avons pu constater des différences angulaires telles que, à première vue, la grande inclinaison du côté malade apparaît saillante.

» Chez les tuberculeux anciens et avancés, avec lésions unilatérales, malgré le peu de transparence du côté malade, l'angle costal paraît aussi beaucoup plus aigu de ce côté.

» Tel est le fait que met en lumière l'examen du malade à l'écran.

» Le fait constaté par la radioscopie peut se démontrer par la radiographie, surtout si l'on dissocie les phases inspiratoire et expiratoire au moyen de l'appareil décrit (*Comptes rendus,* 8 août 1898). Il est utile de régler les arrêts du levier oscillatoire de la ceinture de manière à laisser à ce dernier le plus d'amplitude possible. On obtient ainsi l'image du thorax au maximum de l'inspiration et au minimum de l'expiration.

» La comparaison d'un côté du thorax avec l'autre nécessite la détermination d'un axe horizontal, c'est-à-dire perpendiculaire à la ligne médio-rachidienne. Cet axe doit être à la même hauteur dans les deux épreuves pour faciliter leur rapprochement.

» Le mode opératoire suivant permet d'y arriver : un repère métallique est fixé dans le dos du malade sur la ligne épineuse ou à une distance connue de cette ligne. Un autre repère le croise perpendiculairement ou, du moins, autant qu'il est possible de le faire sur le sujet.

» L'épreuve obtenue porte en noir la projection de ces repères. L'axe

médiorachidien est tracé sur l'épreuve plus d'après l'ombre projetée des corps vertébraux que d'après la direction du repère vertical, qui sert surtout à contrôler l'identité des coordonnées dans les deux épreuves.

» Une perpendiculaire à cet axe est menée au point de croisement des repères. Cette horizontale est elle-même contrôlée par le second repère sur toute sa longueur dans l'épreuve d'inspiration et dans l'épreuve d'expiration.

» L'inclinaison d'une côte ne peut se mesurer directement sans que l'on s'expose à des erreurs. Ce que nous mesurons, c'est, au moyen de chiffres précis, la pente costale, c'est-à-dire le rapport de l'accroissement de l'ordonnée à celui de l'abscisse quand on s'éloigne de l'axe rachidien. La pente varie suivant les points où l'on se place : aussi ne la considérons-nous qu'entre deux points bien définis distants de $0^{m},04$ à $0^{m},08$ de l'axe rachidien. La pente varie aussi suivant les diversités individuelles de chaque côte ; aussi considérons-nous toujours les pentes de plusieurs côtes pour en prendre la moyenne.

» La pente moyenne de la côte moyenne entre l'abscisse $0^{m},04$ et l'abscisse $0^{m},08$ étant la cotangente de l'angle d'inclinaison de cette côte sur l'axe rachidien, rien n'est plus simple dès lors que de connaître cet angle.

» Voici quelques résultats obtenus :

Pentes moyennes de la côte moyenne considérée entre l'abscisse 0,04 *et l'abscisse* 0,08.

Inspiration				Expiration			
droite.		gauche.		droite.		gauche.	
Pentes.	Angles correspondants.	Pentes.	Angles correspondants.	Pentes.	Angles correspondants.	Pentes.	Angles correspondants.
$\frac{8,8}{40}$	77°	$\frac{10}{40}$	75° ½	$\frac{12}{40}$	73°	$\frac{12,5}{40}$	72° ½ (1)
$\frac{14}{40}$	70 ½	$\frac{14,5}{40}$	70	$\frac{18,5}{40}$	65	$\frac{17,5}{40}$	66 (1)
$\frac{22,5}{40}$	61	$\frac{17}{40}$	67	$\frac{22}{40}$	61	$\frac{17,5}{40}$	66 (2)
$\frac{26,3}{40}$	57	$\frac{21,3}{40}$	62	$\frac{26,5}{40}$	56 ½	$\frac{22}{40}$	61 (3)
$\frac{15}{40}$	69 ½	$\frac{18}{48}$	65 ½	»	»	»	» (4)

(1) Sujet sain.
(2) Pleurésie droite.
(3) Pleurésie sèche et tuberculose droite.
(4) Tuberculose gauche.

» En ne tenant compte que des rapports d'angles chez un même sujet et non de la valeur absolue de ces angles, qui varie, parce que nos radiographies ne renferment pas toutes le même nombre de côtes nettement mesurables, on voit que :

» 1° Chez les sujets sains, la pente moyenne des côtes est la même à droite et à gauche.

» 2° Chez ces sujets, l'amplitude oscillatoire qui varie, sur nos épreuves, de 3° à 5°, est à peu près la même à droite et à gauche. Notons cependant que, dans les cas particuliers étudiés, elle paraît un peu plus grande à droite qu'à gauche.

» 3° Chez les pleurétiques ou les anciens tuberculeux, les pentes costales sont dissemblables : toujours plus prononcées du côté malade (de 3° à 6° dans les cas considérés).

» 4° Chez ces sujets, l'amplitude oscillatoire des côtes pendant la respiration est très diminuée. Le type abdominal prédomine même chez la femme. L'une d'elles, avec une amplitude diaphragmatique de plus de 16^{mm}, avait des côtes presque immobiles.

» Le fait constaté par l'examen radioscopique se trouve donc démontré mathématiquement par la radiographie, et il est à remarquer que les différences qu'elle donne entre les phases respiratoires dissociées sont encore en dessous de la vérité, car l'appareil employé n'enregistre pas seulement l'état d'inspiration ou d'expiration extrême, mais une partie des moments précédents et suivants. »

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observations d'étoiles filantes faites à Athènes.* Note de M. D. Eginitis, présentée par M. M. Lœwy.

« Pendant les trois derniers mois de l'année 1898, outre les Léonides et les Biélides, dont les observations ont été déjà communiquées à l'Académie, nous avons observé à Athènes les essaims suivants :

» 17 *octobre*. — Lune de deux jours; étoiles visibles jusqu'à la 5e grandeur; ciel brumeux. De 8^h à minuit (temps moyen d'Athènes), on a aperçu neuf étoiles filantes, dont six ont émané d'un point situé tout près de la constellation du Cocher. Les coordonnées des centres de radiation de ces neuf météores sont :

$$\alpha = 94^\circ, \qquad \delta = 18^\circ,$$
$$\alpha = 74^\circ, \qquad \delta = 27^\circ.$$

» Le premier de ces radiants est, évidemment, celui qui est signalé dans la liste de l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* (18-20 octobre); le second ne se trouve pas dans ce Catalogue, ni dans celui de M. Denning (*Companion to the Observatory*).

» 18 *octobre*. — Lune de trois jours; étoiles visibles jusqu'à la 5e grandeur; ciel brumeux. De 8^h à 14^h on a observé vingt météores, dont les radiants ont pour coordonnées

$$\alpha = 94^\circ, \qquad \delta = 18^\circ,$$
$$\alpha = 75^\circ. \qquad \delta = 26^\circ.$$

» Le second de ces essaims, observé deux fois de suite, est certainement réel; il a été observé aussi, suivant le Catalogue de M. Kleiber, le 23 août 1884, soit deux mois environ plus tôt que l'année dernière. C'est donc un radiant qui a plus d'une période d'activité, comme ceux qui ont été signalés par M. Denning.

» 3 *novembre*. — Lune de dix-neuf jours; étoiles visibles jusqu'à la 5e grandeur. De 7^h jusqu'à minuit, on a observé dix météores; les coordonnées du radiant de quatre d'entre eux sont :

$$\alpha = 63^\circ, \qquad \delta = 14^\circ.$$

» 8 *novembre*. — Lune de vingt-quatre jours; étoiles visibles jusqu'à la 6e grandeur. De 8^h jusqu'à 11^h, on a observé cinq météores; les coordonnées de leur radiant sont :

$$\alpha = 65^\circ, \qquad \delta = 13^\circ.$$

» Cet essaim, observé deux fois de suite, est certainement réel. Il ne se trouve ni dans la liste de l'*Annuaire*, ni dans celle de M. Denning; mais il a été observé, suivant le Catalogue de M. Kleiber, le 4 novembre 1877.

» 25 *novembre*. — Lune de 12 jours; étoiles visibles jusqu'à la 4e grandeur. De 8^h à minuit, on a observé cinq étoiles filantes, dont le radiant a pour coordonnées :

$$\alpha = 20^\circ, \qquad \delta = 36^\circ.$$

» Pendant les deux soirées suivantes on n'a aperçu aucun météore. Ce radiant, qui n'est signalé dans aucune des deux listes ci-dessus indiquées, fut observé, suivant le catalogue de M. Kleiber, dans les mois d'août (1888) et de février (1885) soit trois mois plus tôt et trois mois plus tard qu'en 1898.

» 6 *décembre*. — Lune de vingt-trois jours; étoiles visibles jusqu'à la 6e grandeur. De 8^h à minuit, on a aperçu 25 météores; les coordonnées de

leurs radiants sont :

$$\alpha = 80^\circ, \qquad \delta = 23^\circ,$$
$$\alpha = 80^\circ, \qquad \delta = 57^\circ.$$

» Le premier de ces essaims se trouve dans nos listes absolument à la même date et avec les mêmes coordonnées.

» 7 *décembre*. — Lune de vingt-quatre jours; étoiles visibles jusqu'à la 6e grandeur. De $7^h 30^m$ à 10^h, on a observé 5 météores; les coordonnées de leur radiant sont :

$$\alpha = 78^\circ, \qquad \delta = 57^\circ.$$

» Cet essaim, observé deux fois de suite, est certainement réel. Il ne se trouve dans aucune des deux listes précitées, mais il fut observé, suivant le catalogue de M. Kleiber, le 15 septembre 1885, le 15 octobre 1879 et le 17 novembre 1885, soit dans quatre mois consécutifs; c'est probablement un des essaims *stationnaires*.

» 11 *décembre*. — Lune de vingt-huit jours; étoiles visibles jusqu'à la 6e grandeur. De 8^h à 13^h, on a observé 20 météores; les coordonnées de leurs radiants sont :

$$\alpha = 83^\circ, \qquad \delta = 5^\circ,$$
$$\alpha = 108^\circ, \qquad \delta = 20^\circ,$$
$$\alpha = 107^\circ, \qquad \delta = 29^\circ.$$

» Le premier de ces radiants appartient aux Orionides, que nous avons observées, pour la première fois à Athènes, en décembre 1896; nous avons vu le même essaim à la même époque en 1897. En 1896, il était assez riche, tandis qu'en 1898 on ne l'a aperçu que pendant une seule soirée. Cependant cet essaim, observé dans trois années consécutives, paraît être périodique.

» Les éléments paraboliques de l'orbite de cet essaim, que nous avons calculés avec nos observations de 1896 ($\alpha = 87^\circ$, $\delta = 7^\circ$), sont :

$$\pi = 175^\circ 29'$$
$$\Omega = 81^\circ 25'$$
$$i = 18^\circ 33'$$
$$q = 0,452.$$

» M. Kleiber donne, pour les éléments des Orionides d'octobre, les va-

leurs suivantes :

$$\pi = 134^\circ 0',$$
$$\Omega = 31^\circ 3',$$
$$i = 162^\circ 6',$$
$$q = 0,387.$$

» La comparaison de ces valeurs montre que les essaims en question appartiennent à la même famille; leurs orbites sont dans le même plan et ont la même distance périhélie, mais *le sens du mouvement de ces flux est opposé*. L'intervalle de temps qui sépare les époques des deux manifestations monte à 50 jours.

» Il est à noter aussi que l'aire de radiation des essaims considérés est très grande; les radiants de décembre, que nous avons observés, suivant le Catalogue de M. Kleiber, en octobre, varient dans de larges limites.

» 12 *décembre*. — Nouvelle Lune; étoiles visibles jusqu'à la 6e grandeur. De $6^h 50^m$ à $9^h 20^m$, on a aperçu 5 météores; les coordonnées de leur radiant sont

$$\alpha = 108^\circ, \qquad \delta = 20^\circ.$$

» 13 *décembre*. — Lune d'un jour; étoiles visibles jusqu'à la 6e grandeur. De $7^h 20^m$ à $10^h 35^m$, on a observé 6 météores; les coordonnées de leur centre d'émanation sont

$$\alpha = 108^\circ, \qquad \delta = 20^\circ.$$

» Cet essaim, observé pendant trois soirées de suite, est évidemment réel. Il ne se trouve pas dans nos deux listes, mais il fut observé, suivant le Catalogue de M. Kleiber, en septembre 1877 et 1879, en octobre 1887, en novembre 1876 et 1877 et en décembre 1885. Il est donc susceptible de se manifester pendant quatre mois consécutifs.

» *Nota*. — Les trajectoires des météores ont été tracées sur des Cartes préparées spécialement par nos aides MM. Terzakis, Maris et Tsapekos. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une extension d'un théorème de M. Mittag-Leffler*. Note de M. **E. Phragmén**, présentée par M. Appell.

« Le théorème de M. Mittag-Leffler sur la représentation d'une branche uniforme d'une fonction monogène peut être démontré d'une manière tout à fait élémentaire, si l'on suppose connue la représentation analogue

de la fonction $\frac{1}{1-x}$, représentation qu'on peut obtenir très facilement, soit par la méthode de M. Mittag-Leffler lui-même, laquelle se simplifie singulièrement dans ce cas particulier, soit par d'autres méthodes. J'avais communiqué une telle démonstration à M. Mittag-Leffler, il y a quelque temps. Elle se trouve être identique à la méthode de M. Borel qui vient d'être publiée dans l'addition à son Mémoire sur les séries divergentes.

» En se servant du même principe de démonstration, qui ne paraît pas avoir, contrairement à ce qu'en dit M. Borel, de lien essentiel avec son principe de sommabilité, on démontre immédiatement l'extension suivante du théorème de M. Mittag-Leffler, laquelle mérite d'être remarquée, bien qu'elle soit tout aussi facile à trouver qu'à démontrer :

» *Soit* C *une courbe donnée, régulière ou formée de portions de courbes régulières, ne passant ni à l'origine, ni à l'infini, enfin telle qu'elle soit coupée par un rayon issu de l'origine tout au plus en un seul point. Cette courbe peut d'ailleurs être fermée ou non fermée.*

» *Soit $f(x)$ une fonction analytique régulière en tous les points de la courbe* C, *sauf les extrémités, s'il y en a.*

» *Définissons un domaine* B, *analogue à* l'étoile *de M. Mittag-Leffler, de la manière suivante : Sur chaque rayon issu de l'origine et coupant la courbe* C, *il y aura, s'étendant des deux côtés du point d'intersection, une portion continue où la fonction $f(x)$ reste régulière. Nous choisissons cette portion aussi grande qu'il est possible, et nous ne retenons que cette portion, en excluant tout le reste du rayon.*

» *Supposons encore que la fonction $f(x)$ reste intégrable sur tous les chemins qui, situés d'ailleurs à l'intérieur du domaine* B, *aboutissent aux extrémités de la courbe* C.

» *Cela posé, considérons les constantes c_λ ($\lambda = 0, \pm 1, \pm 2, \ldots$) définies par les égalités*

$$c_\lambda = \frac{1}{2\pi i}\int_C \frac{f(z)\,dz}{z^{\lambda+1}}. \tag{1}$$

» *Soient enfin*

$$G_\nu(x) \qquad (\nu = 0, 1, 2, \ldots)$$

une suite de polynomes tels que

$$\lim G_\nu(x)$$

converge uniformément vers $\frac{1}{1-x}$ dans tout domaine qui n'a pas de point, ni même de point limite, situé sur l'axe réel entre 1 *et* ∞, *inclusivement les points extrêmes.*

» *Formons avec ces polynomes l'expression symbolique*

$$G_\nu(xc) + \frac{1}{xc} G_\nu\left(\frac{1}{xc}\right)$$

où les puissances c^λ *doivent être remplacées par les constantes* c_λ *définies par* (1).

» *Alors l'expression*

$$\lim\left[G_\nu(xc) + \frac{1}{xc} G_\nu\left(\frac{1}{xc}\right)\right]$$

représentera la fonction $f(x)$ *dans tout le domaine* B, *et elle convergera uniformément dans tout domaine situé à l'intérieur de* B.

» Pour le démontrer, il suffit de remarquer que, X désignant un domaine donné à l'intérieur de B, on pourra toujours définir un autre domaine $\overline{B}$ qui satisfasse aux conditions suivantes :

» Son contour $\overline{b}$ sera, comme celui de B, coupé par un rayon issu de l'origine en deux points tout au plus, et ces deux points seront situés de différents côtés de la courbe C;

» Il sera situé à l'intérieur du domaine B, avec cette seule restriction que, dans le cas où la courbe C n'est pas fermée, son contour passera par les points extrêmes de la courbe C, bien que ceux-ci soient à la frontière du domaine B;

» Il comprendra le domaine donné X à son intérieur;

» Son contour sera formé par des portions de courbes régulières.

» En effet, cela étant, tant que x appartient à X on aura

$$f(x) = \frac{1}{2\pi i}\int_{\overline{b}} \frac{f(z)\,dz}{z-x},$$

formule que nous pourrons encore écrire, en désignant par $\overline{b_i}$ la partie du contour de $\overline{B}$ qui est située du côté de l'origine, et par $\overline{b_e}$ la partie du même contour située de l'autre côté de la courbe C,

$$f(x) = \frac{1}{2\pi i}\int_{\overline{b_e}} \frac{f(z)\,dz}{z-x} - \frac{1}{2\pi i}\int_{\overline{b_i}} \frac{f(z)\,dz}{z-x},$$

où nous avons interverti le sens de l'intégration dans la seconde intégrale.

» Il est évident, d'après la manière dont nous avons choisi le domaine $\overline{B}$, que le quotient $\frac{x}{z}$ ne peut devenir réel et supérieur à l'unité, ni même s'approcher indéfiniment d'une telle valeur (inclusivement l'infini) tant que x

reste dans X et z sur $\overline{b_e}$. Et la même chose a lieu par rapport au quotient $\frac{z}{x}$ tant que z reste sur $\overline{b_i}$, x étant toujours assujetti à rester dans X.

» On a par conséquent

$$f(x) = \frac{1}{2\pi i}\int_{\overline{b_e}} \frac{f(z)}{z} \lim \mathrm{G}_\nu\left(\frac{x}{z}\right) dz + \frac{1}{2\pi i}\int_{\overline{b_i}} \frac{f(z)}{x} \lim \mathrm{G}_\nu\left(\frac{z}{x}\right) dz.$$

» Or, comme $\lim \mathrm{G}_\nu\left(\frac{x}{z}\right)$ et $\lim \mathrm{C}_\nu\left(\frac{z}{x}\right)$ sont uniformément convergents pour les valeurs de x et z en question, on peut écrire

$$f(x) = \lim \frac{1}{2\pi i}\left[\int_{\overline{b_e}} \frac{f(z)}{z} \mathrm{G}_\nu\left(\frac{x}{z}\right) dz + \int_{\overline{b_i}} \frac{f(z)}{x} \mathrm{G}_\nu\left(\frac{z}{x}\right) dz\right],$$

et cette expression converge uniformément tant que x reste dans le domaine X.

» Enfin, en remarquant que $\overline{b_e}$ et $\overline{b_i}$ ont les mêmes points extrêmes que la courbe C, dans le cas où cette courbe n'est pas fermée, on pourra écrire

$$f(x) = \lim \frac{1}{2\pi i}\left[\int_{\mathrm{C}} \frac{f(z)}{z} \mathrm{G}_\nu\left(\frac{x}{z}\right) dz + \int_{\mathrm{C}} \frac{f(z)}{z} \frac{z}{x} \mathrm{G}_\nu\left(\frac{z}{x}\right) dz\right],$$

ou symboliquement

$$f(x) = \lim \left[\mathrm{G}_\nu(xc) + \frac{1}{xc}\mathrm{G}_\nu\left(\frac{1}{xc}\right)\right]. \qquad \text{C. Q. F. D.}$$

» L'expression que nous avons ainsi trouvée pour $f(x)$ contient les constantes c_λ qui caractérisent la fonction $f(x)$ par rapport à la courbe C, tout comme l'expression de M. Mittag-Leffler contient les constantes $\frac{1}{|\underline{\nu}} f^\nu(a)$ qui caractérisent la fonction par rapport au point $x = a$. »

MÉCANIQUE. — *Déformation des ondes au cours de leur propagation.* Note de M. P. **Vieille**, présentée par M. Sarrau.

« J'ai montré dans des Communications précédentes que les vitesses de propagation de condensations brusques et intenses dans un milieu en repos pouvaient atteindre le triple de la vitesse normale du son dans ce milieu. Ce fait constitue une vérification indirecte du fonctionnement par discontinuité que les théories de Riemann et d'Hugoniot prévoient comme

la conséquence nécessaire des vitesses de propagation variables des ondes également condensées.

» J'ai obtenu, au cours de recherches sur la répartition des pressions produites dans un tube par une charge explosive placée à l'une de ses extrémités, des tracés qui semblent permettre de saisir la naissance de la discontinuité au cours de la propagation de l'onde, alors même que l'onde initiale est formée dans des conditions de continuité évidente.

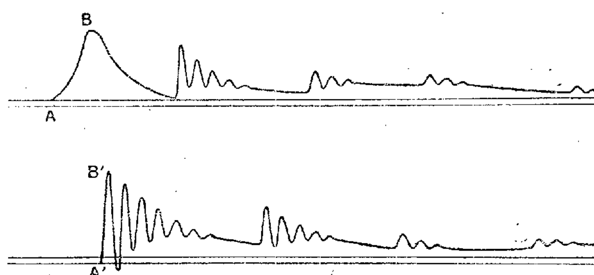
» I. Une première série d'essais concerne la déflagration d'une charge de poudre de chasse de 13^{gr} placée à l'extrémité d'un tube de 22^{mm} de diamètre et de $2^{m},43$ de longueur. Cette charge occupait une longueur de 40^{mm} à partir de l'un des fonds. A chaque extrémité était placé soit un manomètre à écrasement de cylindre de cuivre qui mesurait la pression maximum, soit un manomètre à ressort formé de barreaux dont les flexions étaient enregistrées sur un cylindre tournant avec une vitesse connue. La période oscillatoire de ces ressorts était de $\frac{1}{2}$ millième de seconde environ et suivant un fonctionnement analogue à celui des manomètres crushers que M. Sarrau et moi avons antérieurement étudiés; ces ressorts sont susceptibles d'enregistrer *statiquement* des lois de développement de pressions d'une durée supérieure au triple de leur période propre; ils prennent, au contraire, un fonctionnement oscillatoire dynamique pour des lois de développement plus brusque, et, au fur et à mesure que la durée d'attaque se réduit et se rapproche d'une percussion, on voit le tracé se confondre avec l'oscillation propre du ressort et l'élongation maximum s'inscrire dans la durée d'oscillation normale.

» La pression moyenne produite dans le tube était de 45^{kg} par centimètre carré correspondant à une densité de chargement 0,015. Sur le fond du tube adjacent à la charge, en raison de la dissymétrie, la pression s'élevait à 150^{kg} et, sur le fond opposé, cette pression atteignait 75^{kg}.

» Les tracés ci-dessous amplifiés dix fois par la photographie mettent en évidence le régime oscillatoire des pressions. La vitesse de propagation déduite d'une dizaine d'oscillations visibles sur les tracés est de 600^{m} environ. Mais la première inscription sur chacun des fonds présente une particularité essentielle; du côté de la charge, à l'instant de sa combustion, la pression se développe avec une lenteur suffisante pour assurer en AB le fonctionnement statique du ressort; du côté opposé, au contraire, l'onde se présente comme une percussion et l'élongation A′B′ est obtenue dans la durée de la période propre du ressort. Ce même caractère subsiste après la réflexion et l'onde de retour qui revient du côté de la charge

actionne cette fois dynamiquement le ressort. Les percussions se poursuivent dans les réflexions successives, et c'est par l'arrière que se produit l'étalement de l'onde.

Fig. 1.



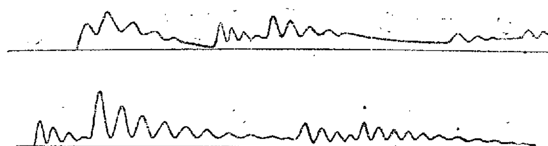
» Huit tracés obtenus dans les mêmes conditions présentent des caractères identiques.

» Ces tracés laissent toutefois douteuse la question de savoir si la transformation subie par l'onde n'est pas liée au phénomène de la réflexion.

» II. Dans une deuxième série d'expériences, j'ai cherché à trancher la question en recueillant les tracés non plus aux extrémités du tube, mais en des points intermédiaires par inscription latérale au premier et au deuxième tiers de la longueur de l'éprouvette.

» Ces expériences ont été effectuées dans un tube de 22^{mm} de diamètre identique au précédent, mais de $3^m,70$ de longueur. La charge de poudre noire extrafine occupait, à l'une des extrémités, une cartouche en papier mince de 20^{mm} de diamètre et 120^{mm} de longueur. Des appareils crushers mesuraient les pressions aux deux extrémités et des manomètres à ressort, de période vibratoire égale à $\frac{1}{2}$ millième de seconde, enregistraient les pressions au premier et au deuxième tiers du tube. La pression moyenne était de 100^{kg}. Du côté de la charge, elle s'élevait à 1000^{kg}, et du côté opposé à 330^{kg}.

Fig. 2.



» Les tracés ci-contre montrent nettement la transformation progressive de l'onde. Au premier tiers, l'onde, déjà d'une grande raideur, inscrit son développement avec une faible oscillation du ressort qui n'empêche point

de reconnaître l'allure de la courbe montante qui est obtenue en trois vibrations simples environ. Au deuxième tiers, au contraire, le ressort est attaqué brusquement par une pression instantanément décroissante, mais beaucoup plus faible que celle qui avait atteint le premier ressort. Le raidissement progressif de l'onde est donc mis en évidence, indépendamment du mécanisme de la réflexion.

» Ces tracés montrent, en outre, le phénomène très général du renforcement de l'onde par la réflexion, en raison du déferlement de la masse gazeuse contre la paroi fixe des fonds. On voit, en effet, que l'onde de retour au deuxième tiers de l'éprouvette est beaucoup plus intense que l'onde incidente du premier parcours. Cette onde se propage en s'affaiblissant à son tour et repasse affaiblie au premier tiers, mais nous la voyons de nouveau se renforcer par réflexion et le même fonctionnement se poursuit dans les réflexions successives.

» Il convient donc de distinguer avec soin la propagation et l'affaiblissement d'une onde initiale et les phénomènes de renforcement aux extrémités du tube dus aux balancements de la masse gazeuse mise en vitesse par le passage de l'onde et se comprimant alternativement contre les parois fixes extrêmes.

» Cette observation me paraît expliquer la discordance apparente de ces résultats relatifs au raidissement progressif de l'onde et de ceux qu'ont fournis les remarquables expériences de MM. Violle et Vauthier effectuées à Grenoble.

» Dans la loi de compression enregistrée par ces physiciens aux extrémités d'un tube de grande longueur, je pense que la discontinuité de tête se trouve réduite à une valeur extrêmement faible, qui ne se traduit que par un départ très net de l'appareil inscripteur, la compression relativement intense enregistrée ensuite est due au balancement général de la masse gazeuse mise en mouvement par le passage de la condensation, et il y a lieu de penser que les périodes oscillatoires de la condensation motrice d'une part, et de la masse gazeuse du tube entraînée d'autre part, ne sont pas primitivement les mêmes, mais que ces mouvements tendent à se synchroniser avec une différence de phase progressivement croissante, comme l'ont établi MM. Violle et Vauthier. »

MÉCANIQUE. — *Sur l'équation du mouvement des automobiles.* Note de M. A. BLONDEL.

« Dans une récente Note ([1]) présentée par M. Darboux, M. Petot fait remarquer avec raison que les formules de traction généralement données pour l'équation du mouvement d'une automobile sont erronées. On me permettra de signaler à ce propos que j'ai déjà rectifié cette erreur dans le même sens que M. Petot, dans un Ouvrage récent auquel l'Académie a bien voulu accorder une de ses récompenses ([2]).

» La formule que j'ai donnée (p. 494) est la suivante :

$$(\mathrm{P}+\mathrm{Q})\left(i+c+\frac{1}{g}\frac{d\mathrm{V}}{dt}\right)+\mathrm{P}''\rho'+\mathrm{Q}\rho+\mathrm{Z}\leqq\mathrm{P}'a,$$

en appelant

P le poids de la locomotive ou automobile, qui se décompose en P′ poids adhérent et en P″ poids non adhérent,
Q le poids des voitures remorquées,
ρ le coefficient de roulement du matériel remorqué comprenant les effets du frottement des fusées dans leurs coussinets, le frottement de roulement des roues sur les rails et enfin le glissement des roues sur les rails par l'effet de patinages partiels,
ρ' le coefficient de roulement défini de même pour l'automobile,
c un coefficient de frottement par l'effet des courbes,
Z la résistance de l'air,
i l'inclinaison de la voie,
a le coefficient d'adhérence.

» En outre, la correction que j'ai appliquée plus loin (*Id.*, p. 518) au poids des véhicules tient compte de l'inertie des roues et des moteurs au moment des changements de vitesse. Cette formule comprend comme cas particulier la formule (5) moins complète de M. Petot; seule sa formule (8) présente des indications nouvelles intéressantes au point de vue de l'influence numérique des hauteurs de la barre d'attelage, du centre de poussée de l'air et du centre de gravité. »

([1]) *Comptes rendus*, p. 1283; 23 mai 1899.
([2]) ANDRÉ BLONDEL et F. PAUL-DUBOIS, *La traction électrique sur voie ferrée.* Baudry, éditeur; 1898.

NAVIGATION. — *Épreuves des instruments destinés aux expériences sur la décimalisation des angles.* Note de M. **Caspari**, présentée par M. Guyou.

« L'Académie sait déjà que la Commission chargée par le Ministre de l'Instruction publique de l'examen des projets de réforme des unités d'arc et des unités de temps a émis le vœu que des expériences soient instituées à bord des bâtiments de la marine militaire. Le Ministre de la Marine a autorisé le Service hydrographique à acquérir six chronomètres et six sextants, gradués dans le système de la division décimale du quart de cercle.

» La question du changement de l'unité de temps ayant été complètement écartée de ces expériences, les chronomètres ont été considérés comme destinés uniquement à fournir des angles. Pour bien marquer ce but spécial, on leur a donné le nom de *tropomètres*. Ces instruments sont d'un modèle intermédiaire entre les chronomètres à suspension et les compteurs de la marine, et fixés dans une boîte, comme ces derniers, afin d'en faciliter le transport pour les observations : ils ont de même trois aiguilles *a*, *b*, *c*, dont chacune parcourt une circonférence à graduation spéciale. La durée de chaque battement est de $\frac{1}{200\,000}$ de jour moyen, soit 2 milligrades ou $0^s,432$. Ce nombre est compris entre les $0^s,5$ du chronomètre à suspension et les $0^s,4$ du compteur, c'est-à-dire entre des durées dont l'évaluation est familière aux marins; on a pu adopter ainsi pour le régulateur et l'échappement des données intermédiaires entre celles qui ont été reconnues assurer le bon fonctionnement de ces organes dans les deux modèles usuels.

» Le cadran de l'aiguille *a* est divisé en 50 parties et parcouru en 50 battements : mais le numérotage va de 0 à 100, chaque battement comptant pour 2 milligrades.

» L'aiguille *b* parcourt une circonférence divisée en 100 parties dont chacune représente un décigrade, soit un tour entier de l'aiguille *a*. Enfin, l'aiguille *c* parcourt une circonférence divisée en 40 parties de 10 grades, répondant chacune à un tour complet de *b*; elle effectue donc sa révolution en un jour moyen environ.

» Le Service hydrographique a fait appel, pour la construction de ces

instruments, à ses horlogers ordinaires : trois d'entre eux, MM. L. Leroy, Delépine et Fournier, ont présenté 14 instruments qui ont été suivis à l'observatoire du Service hydrographique du 9 janvier au 28 février de cette année.

» Les observations ont été faites à la température ambiante de la salle des chronomètres, soit 15° environ, sauf deux périodes de cinq jours chacune : l'une à la glacière à 0°, l'autre à l'étuve à 30°.

» Les marches diurnes moyennes ayant été calculées pour des périodes de cinq jours, on en déduit trois nombres, A, C, F :

» A, l'écart maximum des marches à la température ambiante;

» C, la plus grande différence entre les marches à 30° et les marches à 15°, précédente ou suivante;

» F, la différence analogue pour les marches à 0° et 15°.

» La somme $A + C + F = N$ détermine le nombre de classement.

» Les conditions imposées étaient celles-ci :

» La différence de deux marches diurnes consécutives ne devait pas atteindre 10 milligrades ($2^s,16$);

» Les nombres C et F ne devaient pas dépasser 18 milligrades ou $3^s,888$.

» Les tropomètres pour lesquels $N < 40$ milligrades (ou $8^s,64$) étaient payés 1000^{fr}.

» Il s'en est trouvé douze satisfaisant à cette condition; pour les six premiers, qui ont été acquis, N est compris entre 10,68 et 19,26 milligrades ($2^s,29$ à $4^s,16$). Ces instruments représentent par conséquent des garde-temps excellents, comparables aux chronomètres à suspension. Ce résultat est très intéressant : il fait honneur aux horlogers qui, dans le court délai de six mois, ont réussi à vaincre les difficultés de fabrication et de réglage d'appareils tout à fait nouveaux, pour lesquels ils ont dû improviser un outillage et des moyens d'observation inédits.

» Quant aux sextants, ils sont du modèle en usage dans la Marine : le limbe de $0^m,19$ de rayon est divisé en parties de 20 centigrades; 40 divisions du vernier en valent 39 du limbe, de sorte que la lecture donne directement $\frac{1}{2}$ centigrade, équivalant à $16'',2$, et par estime $0^G,0025$. »

PHYSIQUE. — *Sur la dilatation des alliages métalliques.* Note de M. H. Le Chatelier, présentée par M. A. Carnot.

« Dans une étude antérieure ([1]), sur les alliages métalliques, j'ai observé ce fait singulier que les maxima des courbes de fusibilité ne correspondent pas toujours exactement à une composition de la partie fondue identique à la composition des combinaisons définies, auxquelles ces maxima sont imputables. Ce résultat de mes recherches a été contesté par M. Van der Waals ([2]) en s'appuyant sur la théorie des équilibres chimiques du professeur W. Gibbs, d'après laquelle à tout maximum d'une courbe de fusibilité correspond nécessairement une composition de la partie liquide identique à celle de la partie solide qui s'en sépare. En réalité, cette contradiction entre la théorie et l'expérience disparaît, si l'on admet que la composition de la partie solide peut varier d'une façon continue, à partir de la combinaison définie, peut se comporter comme un mélange isomorphe de la combinaison avec le métal en excès, en un mot constituer ce que l'on appelle une *solution solide.* Il n'y a contradiction que si l'on attribue, *a priori,* à la partie solide une composition invariable et identique à celle de la combinaison définie.

» Il était bien vraisemblable que mes expériences de fusibilité avaient dû porter sur des solutions solides semblables. Pour le vérifier, j'ai entrepris une étude d'ensemble sur les propriétés physiques de ces alliages : micrographie, résistance électrique, dilatation, etc. Une publication récente de M. Stead ([3]) sur la micrographie des alliages cuivre-antimoine me décide à publier les premiers résultats de mes recherches relatives aux mesures de dilatation, sans attendre l'achèvement des autres études que je poursuis parallèlement.

» Les mesures de dilatation peuvent donner les indications suivantes. Quand un alliage est constitué par la juxtaposition en proportion variable de deux éléments isolément bien définis, un métal et une combinaison par exemple, la dilatation de l'alliage sera nécessairement intermédiaire entre celles de ses deux constituants; si, au contraire, la dilatation de l'alliage

([1]) *Bulletin de la Société d'Encouragement,* t. X, p. 569; 1895.
([2]) *Archives des Sciences néerlandaises,* 1898.
([3]) *Journ. of Soc. chemical industry,* janvier 1899.

est toute différente, on est en droit de conclure que l'on a affaire à une solution solide.

» Les expériences ont été faites par la méthode de Fizeau modifiée que j'avais étudiée ([1]) à l'occasion des études sur les verres de MM. Damour et Chatenet. Elles ont porté sur les alliages cuivre-antimoine et cuivre-aluminium qui avaient présenté d'une façon très nette les anomalies en question des courbes de fusibilité. Voici les résultats obtenus ; les compositions des alliages sont exprimées en nombre d'équivalents ([2]) de cuivre sur 100 équivalents du mélange.

Cuivre-antimoine.

Cu pour 100	100	95	90	85	80	57	33	10	0
$10^6 \times$ dil. à 63°.......	16,3	19,2	20,2	20	19,2	14,5	11,5	9,1	10

» Les dilatations des alliages riches en antimoine sont incertaines parce que les cristaux d'antimoine ont une dilatation très différente suivant leur axe ou perpendiculairement, et quand les cristaux deviennent un peu gros ils prennent au moment de la solidification dans le moule une orientation dominante.

Cuivre et aluminium.

Cu pour 100	100	91	75	60	50	33	30	18	0
$10^6 \times$ dil. à 63°.......	16,4	16,3	16,5	15,7	15,8	16.2	20	21,9	24,6

» Dans ces deux catégories d'alliages les combinaisons définies présentent les compositions suivantes :

	Pour 100.	
Alliages de Cu et Sb.....	Cu = 80	$SbCu^2$ (atomes) ou $SbCu^4$ (équivalents)
Alliages de Cu et Al.....	Cu = 75	$AlCu^3$ et Cu = 33 Al^2Cu

» Les résultats des mesures sont résumés dans le Tableau n° 1 qui est rapproché des courbes de fusibilité antérieurement obtenues.

» La comparaison de ces courbes montre pour les alliages cuivre et antimoine qu'au point de fusion maximum correspond un maximum de dilatation très supérieur à la dilatation du cuivre seul et de la combinaison définie. Ce seul fait suffit à prouver que l'alliage présentant ce double ma-

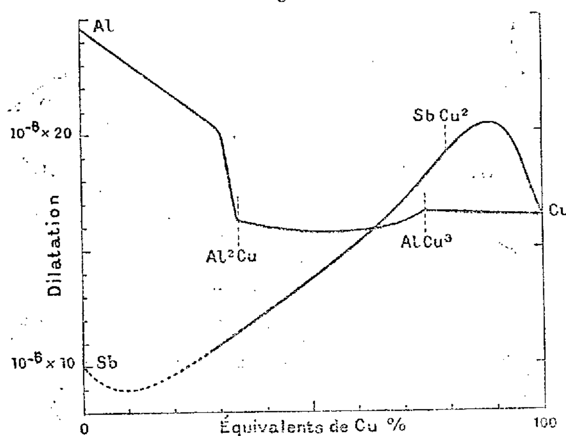
---

([1]) *Bulletin de la Société d'Encouragement*, t. II, p. 199; 1897.

([2]) J'ai conservé les équivalents au lieu des atomes pour pouvoir utiliser un ancien cliché de mes courbes de fusibilité qui avaient été dressées avec cette notation.

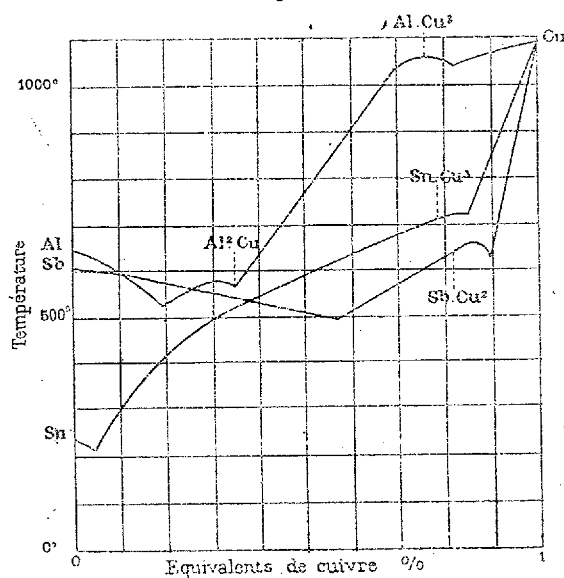
ximum ne peut pas être constitué par la juxtaposition de cristaux de Cu et de la combinaison $SbCu^2$. Ce ne peut donc être qu'une solution solide.

Fig. 1.



» Pour les alliages cuivre et aluminium la combinaison $AlCu^3$ ne donne lieu à aucune anomalie, ni dans la courbe de fusibilité, ni dans celle de

Fig. 2.



dilatation. La combinaison Al^2Cu présente un point de fusion maximum, correspondant à une proportion de Cu, 30 pour 100, différente de celle de la combinaison définie, 33 pour 100. La courbe de dilatation présente

entre ces deux teneurs une montée extrêmement rapide qui semble indiquer également dans ce cas l'existence d'une solution solide.

» Si ces prévisions sont exactes, des indications analogues devront être fournies par les études micrographiques et les mesures de résistance électrique. Il en est bien ainsi pour les alliages de cuivre et d'antimoine. Kamensky [1] a trouvé un maximum de résistance électrique, et M. Stead [2] une texture homogène pour l'alliage à point de fusion maximum. Les expériences restent à faire pour les alliages de cuivre et d'aluminium. »

PHYSIQUE. — *Mesure directe de la pression osmotique de solutions très étendues de chlorure de sodium.* Note de M. A. **Ponsot** [3], présentée par M. Lippmann.

« J'ai mesuré la pression osmotique de solutions très diluées de NaCl, en employant la méthode qui m'avait servi pour les solutions de sucre de canne (*Comptes rendus,* 29 novembre 1897).

» J'ai obtenu les résultats suivants :

» Solution à 110^{mgr} par litre ; température 11°,8 :

» *a.* Premier vase, mesure de janvier 1898 : hauteur osmotique, 798^{mm}; hauteur calculée pour $i = 2$, 907^{mm}; d'où valeur de i, dans ces conditions expérimentales :

$$\frac{798 \times 2}{907} = 1,76.$$

» *b.* Même vase, mesure effectuée immédiatement après la précédente avec une sotion à 115^{mgr} par litre : $i = 1,78$.

» *c.* Deuxième vase, avril 1898; solution à 110^{mgr} par litre : $i = 1,81$.

» *d.* Troisième vase, mai 1898 : 1,76 puis 1,80.

» *e.* Quatrième vase, mai 1898 : 1,76.

» *f.* Cinquième vase, mai 1898 : 1,76 puis 1,81.

» *g.* Sixième vase, février 1899 : 1,76.

» *h.* Même vase, mesure effectuée immédiatement après la précédente avec une solution à 103^{mgr} par litre : $i = 1,80$.

» On peut remarquer que les valeurs de i sont presque toutes comprises entre 1,76 et 1,81.

---

(1) *Phil. Mag.,* t. XVII, p. 270; 1884.

(2) *Loc. cit.*

(3) Travail fait au laboratoire de Recherches physiques de la Sorbonne.

» Je n'ai pas effectué de mesures à 0°,8, comme je l'avais fait pour les solutions de sucre de canne (le temps nécessaire me faisant défaut).

» Je rappelle que mes mesures cryoscopiques m'ont conduit à adopter, pour valeur limite de i : 1,83 à 0° et à la pression atmosphérique.

» On sait que ces mesures cryoscopiques sont en désaccord avec la plupart de celles des autres expérimentateurs : j'ai fait remarquer cette discordance (*Comptes rendus*, 11 février 1895).

» Depuis cette époque, Pickering a donné (*Berichte*, t. XXV, p. 1314) de nouveaux résultats sur les solutions de NaCl. Voici les valeurs de i qu'il a trouvées pour des abaissements du point de congélation allant de 0°,01 à 0°,0366 :

1,75, 1,75, 1,81, 1,86, 1,77 et 1,84.

» Ces résultats conduisent à la même conclusion que les miens : le coefficient i a une valeur limite plus petite que 2 et notablement différente de ce nombre.

» M. Raoult a également donné de nouveaux résultats (*Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 885) et il en a conclu que $i = 2$ à la limite.

» J'ai critiqué ces résultats (*Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 1227) et dans une publication plus récente (*Bulletin de la Société chimique*, p. 359; 1899).

» On sait quelle est l'importance de notre désaccord au point de vue de la constitution des solutions très diluées; aussi je regrette qu'il ne me seit pas possible actuellement d'étendre mes recherches osmotiques à d'autres solutions. »

PHYSIQUE. — *Rayons émis par une pointe électrisée*. Note de M. S. Leduc, présentée par M. d'Arsonval. (Extrait.)

« Une pointe, en rapport avec l'un quelconque des pôles d'une machine électrostatique, l'autre pôle étant isolé, émet des rayons non éclairants, impressionnant en quelques secondes une plaque photographique au gélatinobromure d'argent, ou même des papiers photographiques bien moins sensibles.

» ..... En résumé, ces rayons possèdent les propriétés des rayons violets et ultra-violets du spectre.

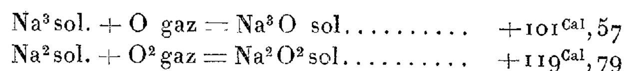
» Le Dr Finsen, de Copenhague, a montré l'efficacité des rayons chimiques du spectre pour le traitement de certaines dermatoses. La même action a été attribuée au souffle émanant d'une pointe électrisée par le

professeur Doumer, de Lille. La production par cette pointe de l'agent même employé par Finsen est digne de remarque. »

THERMOCHIMIE. — *Chaleur d'oxydation du sodium.* Note de M. DE FORCRAND.

« Les chaleurs d'oxydation des différents métaux comptent parmi les données thermiques fondamentales de la Chimie minérale. Il en est peu cependant qui soient aussi mal connues.

» J'ai donné récemment (¹), pour le sodium, les chaleurs d'oxydation suivantes :

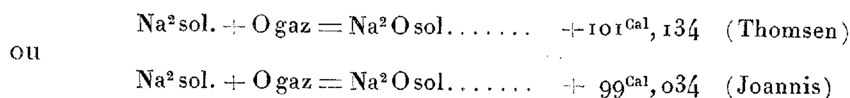


$$Na^3 \text{sol.} + O \text{ gaz} = Na^3O \text{ sol} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +101^{Cal},57$$
$$Na^2 \text{sol.} + O^2 \text{gaz} = Na^2O^2 \text{sol} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +119^{Cal},79$$

en faisant remarquer que Na^2O ne peut se préparer directement, et que le nombre donné pour sa chaleur de formation par M. Bekétoff (²) me paraissait trop élevé.

» C'est cette dernière détermination que j'ai reprise.

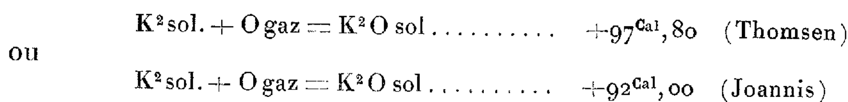
» Actuellement on peut faire le calcul de $(Na^2 + O)$ des deux manières suivantes, soit en prenant pour $(Na + Aq)$ le chiffre de Thomsen, soit en adoptant celui de M. Joannis $(+43^{Cal},45$ ou $+42^{Cal},40)$:



$$Na^2 \text{sol.} + O \text{gaz} = Na^2O \text{sol} \ldots\ldots\ldots \quad +101^{Cal},134 \quad \text{(Thomsen)}$$
ou
$$Na^2 \text{sol.} + O \text{gaz} = Na^2O \text{sol} \ldots\ldots\ldots \quad +99^{Cal},034 \quad \text{(Joannis)}$$

la moyenne serait $+100^{Cal},084$ (³).

» D'autre part, pour $(K^2 + O)$, on aurait, de la même manière :



$$K^2 \text{sol.} + O \text{gaz} = K^2O \text{ sol} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +97^{Cal},80 \quad \text{(Thomsen)}$$
ou
$$K^2 \text{sol.} + O \text{gaz} = K^2O \text{ sol} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +92^{Cal},00 \quad \text{(Joannis)}$$

la moyenne serait $+94^{Cal},90$.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 514.

(²) *Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg*, 7ᵉ série, t. XXX, p. 2; 1882.

(³) M. Bekétoff donne pour la dissolution de Na^2O dans Aq le nombre moyen $+54^{Cal},766$ et pour la dissolution de $K^2O + 67^{Cal},40$. Ce sont ces données qui ont servi pour mon calcul. On admet généralement

$$K^2 + O = +98^{Cal},2 \quad \text{et} \quad Na^2 + O = +100^{Cal},9.$$

» Or, si l'on prend les deux moyennes 100,084 et 94,90, on trouve une différence de plus de 5^{Cal} en faveur du sodium, ce qui est tout à fait anormal.

» De même $101,134 - 97,80 = +3,334$ et $99,034 - 92,00 = +7,034$, différences toujours positives en faveur du sodium.

» C'est même ce dernier résultat qui m'avait conduit jusqu'ici à ne pas admettre les données de M. Joannis, lesquelles paraissent cependant déterminées avec un soin extrême, parce qu'en les adoptant cette différence anormale s'exagère beaucoup. Et c'est sans doute pour cette raison aussi que M. Berthelot, dans son grand Ouvrage de Thermochimie, conserve les résultats de Thomsen.

» Il serait extraordinaire en effet de trouver $Na^2 + O > K^2 + O$ d'une quantité notable, alors que *toutes* les autres combinaisons du sodium dégagent moins de chaleur que celles du potassium. La différence est constamment en faveur du potassium et varie de 8^{Cal} à 20^{Cal} pour K^2.

» Je sais bien que ce résultat viendrait à l'appui d'une théorie émise par M. Bekétoff, qui voudrait que les métaux dégagent d'autant moins de chaleur en s'unissant avec les autres éléments que leurs poids atomiques s'écartent davantage de ceux de ces éléments. Mais cette théorie est contraire à l'expérience; et, s'il est vrai que $Li^2 + O$ dégage plus (141,2) que $Na^2 + O$ et $K^2 + O$, c'est assurément à cause des analogies de Li avec les métaux alcalino-terreux (Ca, 145,0 et Sr, 131,2).

» Une autre considération m'a guidé dans mes recherches :

» J'ai trouvé précédemment

$$Na^3 + O = +101,57 \quad \text{soit} \quad Na^2 + O^{\frac{2}{3}} = +67,72$$

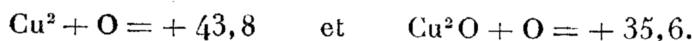
en partant du nombre de Thomsen ($Na + Aq = +43,45$), ce qui revient à

$$Na^3 + O = +98,42 \quad \text{ou} \quad Na^2 + O^{\frac{2}{3}} = +65,62,$$

en adoptant la donnée de M. Joannis ($Na + Aq = +42,40$).

» Il en résulte que la transformation de $Na^2O^{\frac{2}{3}}$ en Na^2O dégagerait $+33,414$, nombre qui est très sensiblement la moitié de 67,72 ou de 65,62, et exactement la moitié de leur moyenne : ce qui revient à dire que le passage de $Na^2O^{\frac{2}{3}}$ à Na^2O dégage la même quantité de chaleur que $Na^3 + O$ pour le même poids d'oxygène. Or, il n'en est pas ainsi en général; les deux nombres sont voisins mais non identiques, et le second est le plus

petit ; exemple



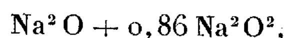
$$Cu^2 + O = +43,8 \qquad \text{et} \qquad Cu^2O + O = +35,6.$$

En d'autres termes, l'existence de Na^3O ne serait pas éprouvée thermiquement.

» On sait d'ailleurs que les expériences de M. Bekétoff ont été faites en dissolvant dans l'eau un oxyde Na^2O impur.

» Je me suis donc laissé guider par cette idée que $Na^2 + O$ devait être inférieur à $K^2 + O$. Et pour éviter les difficultés de la préparation de Na^2O pur, j'ai préparé des mélanges de Na^2O et de Na^2O^2. Connaissant leur composition et la chaleur de dissolution de Na^2O^2, il est facile de déduire, en les dissolvant dans l'eau (ou mieux dans HCl étendu), la chaleur de dissolution et la chaleur de formation de Na^2O.

» Le mélange qui m'a donné les meilleurs résultats contenait



$$Na^2O + 0,86\,Na^2O^2,$$

avec des traces d'eau ne dépassant pas 0,5 à 0,6 pour 100.

» La dissolution avait lieu dans un assez grand volume d'eau contenant une quantité d'acide chlorhydrique un peu plus que suffisante pour neutraliser la soude, au moyen d'un appareil en verre de construction spéciale. On doit tenir compte de la neutralisation par l'acide et de l'eau oxygénée qui se détruit toujours en partie. L'expérience ne demande que quelques minutes.

» J'ai obtenu, dans deux essais :

$$\left.\begin{array}{l} +141^{Cal},72 \\ +140^{Cal},13 \end{array}\right\} \text{pour la dissolution de } Na^2O + 0,86\,Na^2O^2 \text{ dans HCl étendu,}$$

la quantité d'eau oxygénée non détruite étant sensiblement la même $\left(\frac{1}{3,75}\right.$ et $\left.\frac{1}{3,76} \text{ de la quantité totale}\right)$.

» Tout calcul fait, on trouve



$$Na^2O + Aq \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +64^{Cal},665 \text{ et } +63^{Cal},066$$

la moyenne est $+63^{Cal},865$.

» C'est un nombre beaucoup plus élevé que celui donné par M. Bekétoff, soit $+54^{Cal},766$.

» Il en résulte que l'on a, pour la chaleur de formation de Na^2O :



$$Na^2 \text{ sol.} + O \text{ gaz.} = Na^2O \text{ sol} \ldots\ldots\ldots \quad +92^{Cal},035$$

avec le nombre de Thomsen ($Na + Aq = +43,45$), ou bien



Na^2 sol. + O gaz. = Na^2O sol.................. $+ 89^{Cal},935$

avec la donnée de M. Joannis ($Na + Aq = +42,40$).

» La moyenne serait $+ 90^{Cal},985$.

» Ces nombres me paraissent devoir être considérés comme exacts à un centième près environ.

» Si l'on doit les adopter, on voit que les nombres admis jusqu'ici étaient trop élevés de un dixième à peu près.

» Je demande à l'Académie de me permettre d'exposer prochainement quelques conséquences qui se déduisent de cette détermination. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le dosage de l'hydrogène phosphoré dans les mélanges gazeux*. Note de M. **J. Riban**, présentée par M. Troost.

« Dans une Communication récente sur le dosage du phosphure d'hydrogène dans les mélanges gazeux (*Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 1322), M. Joannis, après avoir rappelé que ce dosage peut s'effectuer en absorbant le gaz soit par le chlorure cuivreux en solution chlorhydrique, soit par une dissolution de sulfate de cuivre, estime que l'on préfère d'ordinaire ce dernier procédé parce que le chlorure cuivreux attaque le mercure. Je ne voudrais pas laisser s'accréditer cette opinion, car je considère le procédé, absorption par le chlorure cuivreux acide, que j'ai institué il y a une dizaine d'années (*Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 581) et dont j'ai prouvé toute la rigueur, comme bien supérieur à celui, plus ancien, qui consiste dans l'absorption par le sulfate de cuivre.

» Et d'abord le chlorure cuivreux en solution chlorhydrique, tel qu'on doit l'employer en analyse, c'est-à-dire incolore, n'attaque pas le mercure; il peut séjourner, dans les cloches ou dans les pipettes à gaz, des journées entières sans que la pureté des ménisques mercuriels soit altérée.

» C'est le chlorure cuivreux altéré, bruni par l'air, transformé en chlorure intermédiaire et tel que l'on ne doit jamais l'employer en analyse, qui attaque légèrement le mercure avec retour à l'état cuivreux et formation de calomel. De là même un moyen rapide pour décolorer en quelques instants une solution de chlorure cuivreux; il suffit de l'agiter, s'il y a lieu, avec un globule de mercure avant de la faire passer, soit dans les cloches à gaz, soit dans la pipette Doyère ou ses modifications. Cette solution inco-

lore absorbe alors rapidement l'hydrogène phosphoré (jusqu'à plus de cent fois son volume) en restant absolument limpide, incolore, sans trace de dépôt ou d'altération des surfaces mercurielles; conditions qui se prêtent à la séparation *rigoureuse* du liquide absorbant d'avec le résidu gazeux à mesurer, soit que l'on veuille effectuer cette séparation par transvasement direct, ou bien à l'aide des pipettes commodes et rigoureuses du type Doyère ou analogues.

» Or si, comparativement, l'on fait usage de solutions de sulfate de cuivre pour l'absorption de l'hydrogène phosphoré, il se forme un magma noir, floconneux, de phosphure de cuivre insoluble, dont il devient très difficile de séparer, avec exactitude, le résidu gazeux pour le mesurer. Cette circonstance suffit, à elle seule, pour montrer toute l'infériorité de l'absorption par le sulfate de cuivre; et c'est pourquoi, après avoir autrefois établi l'existence de chlorures de cuproso-phosphoniums, j'ai cru devoir déduire de leur formation, au moyen du chlorure cuivreux en solution chlorhydrique, un procédé rapide, rigoureux et commode de dosage de l'hydrogène phosphoré dans les mélanges gazeux. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'iode sur les alcalis.* Note de M. **E. Péchard** (1), présentée par M. Troost.

« Quand on dissout l'iode dans la potasse ou la soude en excès, on obtient, comme l'a montré Schœnbein (2), une dissolution jaunâtre, d'odeur safranée et ayant des propriétés oxydantes. L'ensemble de ces faits conduisit à faire admettre l'existence d'un hypoiodite analogue aux hypochlorites.

» Les phénomènes thermiques qui se produisent quand on mélange de l'iode à la potasse sont également d'accord, d'après M. Berthelot (3), avec l'existence d'un hypoiodite. Les expériences que je vais indiquer dans cette Note, non seulement confirment cette manière de voir, mais permettent encore de déterminer la quantité d'hypoiodite formé dans ces conditions.

» Quand on mélange de la soude et de l'iode, ce dernier en dissolution

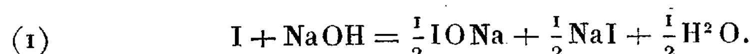
(1) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale.

(2) Schœnbein, *Journ. für prakt. Ch.*, t. LXXXIV, p. 385.

(3) Berthelot, *Ann. de Chim. et Phys.*, 5e série, t. XIII, p. 23.

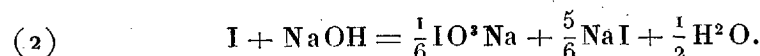
dans l'iodure de sodium, on peut considérer que l'iode se divise en trois parties I^1, I^2 et I^3.

» I^1 est l'iode qui correspond à la réaction



$$(1) \qquad I + NaOH = \frac{1}{2} IONa + \frac{1}{2} NaI + \frac{1}{2} H^2O.$$

» I^2 correspond à la réaction



$$(2) \qquad I + NaOH = \frac{1}{6} IO^3Na + \frac{5}{6} NaI + \frac{1}{2} H^2O.$$

» I^3 représente l'iode libre; la liqueur franchement alcaline bleuit l'empois d'amidon.

» L'iode peut donc exister libre en présence de la soude, et ce fait s'explique facilement, si l'on admet que les hypoiodites décomposent l'iodure de sodium comme le font les hypochlorites et les hypobromites.

» Il se produit donc, en dissolution dans l'eau, la réaction inverse de la réaction (1) et, par conséquent, un équilibre entre l'iode, la soude, l'hypoiodite et l'iodure de sodium. La réaction inverse de la réaction (2) n'étant pas possible, l'iodate n'interviendra pas dans cet équilibre; ce sel pouvant, en effet, être considéré comme résultant de la décomposition de l'hypoiodite



$$3IONa = IO^3Na + 2NaI.$$

» Il est possible, en employant la marche que je vais indiquer, de déterminer à chaque instant les poids d'iode I^1, I^2, I^3 dans une dissolution obtenue en mélangeant rapidement des quantités convenables de soude et d'iode; il suffit de faire les trois opérations suivantes sur trois prises d'essai (10^{cc}) de cette liqueur.

» 1° On détermine le pouvoir oxydant du liquide en employant des solutions titrées de sulfate ferreux en solution alcaline et de permanganate de potasse. L'iode et l'hypoiodite oxydent le sulfate ferreux, et j'ai déjà montré [1] que l'iodate, dans ces conditions, n'agit pas comme un oxydant.

» 2° On dose l'iode total en neutralisant 10^{cc} de la liqueur par l'acide chlorhydrique; l'iode mis en liberté est mesuré par une solution titrée d'hyposulfite de soude, et il est facile de voir que l'on obtient ainsi la somme $I^1 + I^2 + I^3$. Cette seconde opération est d'ailleurs inutile, si l'on connaît le titre de la dissolution d'iode employée.

» 3° On ajoute un volume connu d'hyposulfite à 10^{cc} de la liqueur. L'iode libre I^3

---

[1] PÉCHARD, *Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 1101.

donne du tétrathionate; l'hypoiodite transforme l'hyposulfite en sulfate. Il reste dans la dissolution l'iode I^2, que l'on peut déterminer en neutralisant par l'acide chlorhydrique comme dans l'opération (2).

» Cette troisième opération diffère de la précédente en ce que l'on oxyde directement l'hyposulfite par l'hypoiodite. Cette oxydation ne se fait pas immédiatement; au bout d'une demi-heure on peut être certain qu'elle est terminée. Dans une étude très détaillée de la méthode iodométrique, Topf [1] a montré l'importance de cette action des hypoiodites sur l'hyposulfite.

» Il est facile de voir, sans entrer dans les détails, que ces trois expériences permettent de déterminer à chaque instant la composition d'un mélange quelconque d'iode et de soude, et je vais indiquer rapidement les résultats que j'ai ainsi obtenus.

» *Action de l'iode sur des quantités croissantes de soude.* — L'iode libre diminue à mesure que la quantité de soude augmente; pour la composition $I + 2NaOH$, on a encore 2 pour 100 d'iode libre, et, à partir de ce moment, la variation de l'iode libre est insensible. La quantité d'hypoiodite formé est à peu près proportionnelle à la quantité de soude; elle augmente très lentement, et le poids d'iodate formé passe par un maximum $I^2 = 92$ pour 100 correspondant à $I + 2NaOH$.

» *Influence de la température.* — J'ai opéré sur un mélange correspondant à $I + NaOH$, la température variant entre 0° et 80°. La proportion d'iode libre ne varie pas sensiblement, tandis que la proportion d'hypoiodite décroît très rapidement, ce sel se transformant en iodate quand la température s'élève; la quantité d'iodate formé va donc en augmentant.

» *Influence du temps.* — Il était important d'examiner l'influence du temps sur le mélange $I + NaOH$, pour se rendre compte de la précision des trois opérations indiquées plus haut. Des expériences faites au bout de dix-huit, trente-six, cinquante-quatre, quatre-vingt-quatre heures montrent que la quantité d'iode libre diminue lentement; l'hypoiodite se transforme très lentement aussi en iodate, de sorte que l'on peut faire successivement les trois analyses sans craindre que dans l'intervalle la composition du liquide change.

» Cette méthode peut s'appliquer à tous les cas où un oxydant, tel que l'ozone, l'eau oxygénée, le périodate IO^4Na, réagit sur l'iodure de potassium. Tant que l'iodure de potassium est en excès, on arrive à l'état d'équilibre qui correspond à la composition primitive $I + KOH$.

» On peut également par ce procédé étudier l'action de l'iode sur le carbonate de soude; dans ce cas l'hypoiodite semble se produire en plus

---

[1] Topf, *Z. für Ann. Chem.*, t. XXVI, p. 137.

grande quantité qu'avec la soude. La proportion d'iodate est naturellement plus faible, tandis que le poids d'iode libre reste à peu près constant. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'eau sur l'iodomercurate d'ammoniaque et sur l'iodomercurate de potasse.* Note de M. **Maurice François**, présentée par M. Henri Moissan.

« L'iodomercurate d'ammoniaque HgI^2AzH^4I, H^2O, beau sel en aiguilles jaune pâle, est décomposé par l'eau; il se dépose de l'iodure mercurique; le liquide surnageant, si l'on écarte toute hypothèse, contient de l'iodure mercurique dissous dans l'iodure d'ammonium. Cette solution renfermant sensiblement une molécule d'iodure mercurique HgI^2 et deux molécules d'iodure d'ammonium, on admet généralement qu'elle contient l'iodomercurate $HgI^2 2AzH^4I$, sel qui n'a jamais pu être isolé. Avant d'étudier la dissociation de HgI^2AzH^4I, H^2O par l'eau, il me semble utile de déterminer si la liqueur résultant de l'action d'une grande quantité d'eau sur ce corps contient le composé $HgI^2 2AzH^4I$ ou bien est simplement une dissolution saturée d'iodure de mercure dans l'iodure d'ammonium; c'est ce que je me propose de faire ici.

» Boullay a fait remarquer que, pour que le liquide contînt exactement $HgI^2 2AzH^4I$, la quantité d'iodure mercurique précipité par l'eau agissant sur 1^{gr} d'iodomercurate $HgI^2AzH^4IH^2O$ devrait être $0^{gr},357$, alors qu'elle est en réalité de $0^{gr},400$. Dans la liqueur, HgI^2 et AzH^4I ne sont donc pas en quantités strictement correspondantes. Il existe un autre moyen de contrôler l'existence de la combinaison $HgI^2 2AzH^4I$ en solution : c'est de vérifier si, à toute température, les proportions de HgI^2 et de AzH^4I restent constantes dans la liqueur. Si cette liqueur contient une combinaison, cette constance se vérifiera lorsqu'on décomposera l'iodomercurate $HgI^2AzH^4IH^2O$ par l'eau chaude; tandis que, si la liqueur ne contient qu'une simple dissolution d'iodure de mercure dans l'iodure d'ammonium, cette solution devra retenir plus de HgI^2 à chaud qu'à froid.

» J'ai donc fait agir l'eau sur l'iodomercurate bien pur aux températures de 20°, 55°, 95°, dans la proportion de 100^{cc} d'eau pour 1^{gr} de sel. Après un contact de plusieurs heures à température constante, le liquide est filtré rapidement sur un double filtre taré dans une étuve réglée à 20°, 55°, 95°. On recueille aussitôt un volume déterminé du liquide filtré pour y doser

le mercure par électrolyse. Sachant que tout le mercure est à l'état d'iodure mercurique, on transforme par le calcul le poids de mercure trouvé en HgI^2. D'autre part, pour les expériences faites aux températures de 20° et 55°, en s'aidant du reste du liquide et opérant dans l'étuve, on fait passer tout l'iodure mercurique sur les filtres qui sont essorés, séchés sur l'acide sulfurique, puis pesés. On a ainsi HgI^2 précipité et HgI^2 dissous. Pour la température de 90°, la pesée de l'iodure mercurique précipité n'est pas praticable, parce que le liquide ne peut être maintenu à 90° exactement pendant la filtration et laisse déposer HgI^2 en se refroidissant. J'ai trouvé :

Action de 100cc *d'eau sur* 1gr $HgI^2 AzH^4I.H^2O$.

Température.	HgI^2 précipité.	HgI^2 resté en solution.
20°	0,405	0,320
55°	0,365	0,360
90°	0,238 (calculé).	0,497

Théorie pour l'existence de $HgI^2.2AzH^4I$	
0,357	0,357

» Comme on le voit, la quantité de HgI^2 contenue dans la liqueur à 20° est inférieure à la théorie; elle lui est sensiblement égale à 55°; elle lui est très supérieure à 90°.

» Il me semble permis de conclure de ces chiffres que le composé $HgI^2.2AzH^4I$, qu'on n'a jamais pu isoler et dont on ne trouve pas les éléments en proportion convenable dans la liqueur, n'existe pas dans cette liqueur.

» On pourrait objecter que, dans le liquide provenant de la décomposition de HgI^2AzH^4I, il se forme en réalité $HgI^2.2AzH^4I$ qui exerce un pouvoir dissolvant sur HgI^2, en sorte qu'au voisinage de 100° on ait une dissolution de HgI^2 dans $HgI^2, 2AzH^4I$, dissolution laissant déposer HgI^2 par refroidissement. Je répondrai que cela pourrait expliquer l'état de la liqueur à 90°; mais alors que deviendrait ce pouvoir dissolvant pour la température de 55°, pour laquelle il faudrait admettre qu'il devient nul et, *a fortiori*, pour la température de 90° où il faudrait admettre qu'il est devenu négatif?

» En reproduisant les mêmes déterminations avec l'iodomercurate de potasse $HgI^2KI.1,5H^2O$, j'ai trouvé les chiffres suivants :

Action de 100^{cc} *d'eau sur* 1^{gr} $HgI^2KI.1,5H^2O$.

Température.	HgI^2 précipité.	HgI^2 resté en solution.
20°	0,407	0,304
55	0,357	0,354
90	0,192 (calculé)	0,509

Théorie pour l'existence de $HgI^2.2KI$.

0,350 — 0,350

» *Conclusions.* — La décomposition de l'iodomercurate HgI^2AzH^4I, H^2O par une grande quantité d'eau produit de l'iodure mercurique précipité et de l'iodure d'ammonium dissous ; celle de l'iodomercurate HgI^2KI produit de l'iodure mercurique précipité et de l'iodure de potassium dissous. Mais AzH^4I et KI ont un pouvoir dissolvant considérable pour HgI^2 ; ils l'exercent et se saturent de HgI^2 pour la température de l'expérience. Cette interprétation rend bien compte des faits observés. Si la température ordinaire était 90°, jamais il ne serait venu à l'esprit des chimistes d'imaginer l'existence des iodomercurates $HgI^2, 2AzH^4I$ et $HgI^2, 2KI$. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le cuivre réduit à basse température.* Note de M. **Alb. Colson**, présentée par M. Henri Moissan.

« Les métaux à l'état naissant se polymérisent facilement sous l'influence d'une forte pression ou d'une température élevée : cette transformation se manifeste par un vif dégagement de chaleur que M. Guntz a mesuré pour plusieurs métaux.

» Cependant, les réactions particulières constatées sur des corps à l'état naissant, c'est-à-dire préparés à basse température, sont parfois imputables à l'état de division du métal. Je veux montrer que tel est le cas du cuivre préparé au-dessous de 200°, ou cuivre naissant. Celui-ci donne un ensemble de réactions vives que l'on ne constate pas sur la limaille de cuivre : il s'enflamme dans le brome sec, provoque des combinaisons hydrocarbonées (Sabatier), etc. Cette activité est comparable à celle de l'an-

timoine en poudre qui brûle dans le chlore et qui, en lingot, est à peine attaqué par ce métalloïde.

» *Préparation.* — Dans un tube en verre chauffé au bain d'huile, on place de l'oxyde de cuivre provenant de la calcination à l'air soit de l'oxyde, soit du nitrate. Au contact d'un courant d'hydrogène pur et sec, la réduction est notable à 175°, mais on peut chauffer jusqu'à 280° sans altérer les propriétés du cuivre réduit, pourvu que la réaction n'échauffe pas le métal au point de le rougir. Et pourvu que la température du métal ne dépasse pas 280°, il prend feu au contact d'une goutte de brome sec. Il conserve cette propriété quand on le refroidit à — 21° dans le chlorure de méthyle, quand on le laisse séjourner dans le vide de Crookes, ou dans l'air sec; mais il la perd à l'air humide.

» En opérant la réduction de l'oxyde cuivrique dans un bain d'aniline, c'est-à-dire au-dessous de 185°, il retient toujours des traces d'oxygène. J'en ai trouvé 15^{mgr} pour $2^{gr},500$ d'oxygène réduit; mais l'oxygène ne joue aucun rôle dans l'action du brome. Il pourrait en être autrement de l'hydrogène qui, d'après M. Leduc, accompagne le cuivre réduit. Pour éviter cette objection, j'ai réduit l'oxyde à 230° par un courant d'oxyde de carbone et j'ai constaté que le métal ne retenait pas de composés carbonés; car, en le chauffant avec de l'oxyde cuivrique, il ne dégageait pas d'acide carbonique.

» Le cuivre naissant, fait avec l'oxyde de carbone vers 200°, a les mêmes propriétés que le cuivre réduit par l'hydrogène à 200° : il s'enflamme au contact d'une goutte de brome. Il serait curieux de voir s'il provoque la combinaison de l'hydrogène avec les carbures incomplets.

» *Identité du cuivre réduit à 200° avec le cuivre ordinaire.* — Ce cuivre, quelle que soit sa provenance, ne donne pas de protoxyde d'azote avec l'acide nitrique, comme le cuivre électrolytique de M. Schützenberger; il agit plus rapidement et plus énergiquement que la limaille de cuivre.

» L'examen de la densité et des propriétés magnétiques n'accuse aucune différence entre le cuivre réduit au rouge sans action sur le brome et le cuivre réduit à 200°.

» L'un et l'autre réduisent les sels ferriques en sels ferreux. Je me suis servi de cette propriété pour comparer le pouvoir thermique de ces variétés de cuivre, et je n'ai pas trouvé de différence. Tous deux se dissolvent assez rapidement dans un mélange de sulfate ferreux et d'acide nitrique en dégageant du bioxyde d'azote, et l'échauffement est le même, toutes choses égales.

» Enfin, j'ai martelé le cuivre naissant dans une matrice en acier, de façon à agglomérer le métal; les disques obtenus avaient l'aspect métallique, mais étaient friables et poreux. Ils absorbaient totalement la goutte de brome sans prendre feu et parfois sans s'échauffer. Il a donc suffi de diminuer la porosité du métal par une action mécanique pour lui faire perdre ses propriétés exceptionnelles et détruire l'apparence d'allotropie. Dans la réduction habituelle de l'oxyde de cuivre, l'incandescence qui l'accompagne produit vraisemblablement une agglomération des particules, et agit comme le martelage. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les anhydrides mixtes de l'acide formique.* Note de **M. A. Béhal**, présentée par M. Henri Moissan.

« Les anhydrides mixtes de l'acide formique ne sont pas connus. Gerhardt a essayé de les obtenir en faisant réagir les chlorures d'acides sur le formiate de sodium; il a constaté, en opérant avec le chlorure de benzoyle, la formation de chlorure de sodium, d'oxyde de carbone et d'acide benzoïque, ce qui tendrait à faire supposer qu'ils n'existent pas.

» Auvenrieth, en 1887 (*Berichte*, t. XX, p. 188), a annoncé avoir préparé les anhydrides mixtes de l'acide acétique en chauffant l'anhydride acétique avec les acides; mais l'existence de ces anhydrides mixtes a été mise en doute, dans ces derniers temps, par M. Rousset, qui a montré que, par distillation, on pouvait toujours les séparer en deux anhydrides symétriques (*Bull. Soc. chim.*, t. XIII, p. 330; 1895); il en a conclu que ces composés n'existaient pas.

» J'ai été assez heureux, cependant, pour obtenir toute une série d'anhydrides mixtes de l'acide formique. Je vais décrire dans cette Note la préparation de l'anhydride formique-acétique et quelques-unes de ses réactions.

» Lorsqu'on mélange de l'acide formique et de l'anhydride acétique, on observe un dégagement de chaleur, indice d'une réaction.

» Quelle est-elle?

» Pour l'étudier, il a fallu créer des méthodes de dosage et de séparation des composés mis en présence. Je n'en donnerai ici que les principes.

» 1° On peut doser l'acide formique en présence de l'acide acétique par deux méthodes : La première est basée sur la décomposition de l'acide sulfurique en eau et oxyde de carbone, dont on mesure le volume. Ce

dosage donne des chiffres trop élevés à cause de la production d'une petite quantité d'acide sulfureux; mais l'erreur, que l'on peut corriger facilement en absorbant l'acide sulfureux, n'atteint pas 1 pour 100. La seconde méthode est basée sur un principe donné par M. Causse. Elle consiste à oxyder l'acide formique par l'acide iodique et à doser l'iode mis en liberté. L'erreur commise dans ce dosage ne dépasse pas $\frac{1}{200}$.

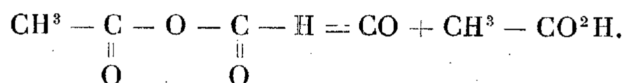
» 2° Un titrage acidimétrique permet de doser l'ensemble des deux acides; en soustrayant le poids de l'acide formique, obtenu par l'une des deux méthodes précédentes, on a le poids de l'acide acétique. On peut d'ailleurs, comme vérification, titrer alcalimétriquement l'acide acétique. Il suffit, après destruction de l'acide formique au moyen de l'acide sulfurique, d'entraîner l'acide acétique par la vapeur d'eau. Si l'on fait réagir, molécule à molécule, l'acide formique et l'anhydride acétique on trouve que le produit de la réaction est complexe. Il renferme : de l'acide acétique, de l'acide formique, de l'anhydride mixte formique-acétique et de l'anhydride acétique.

» Il s'établit un équilibre dépendant des proportions du mélange.

» Et voici comment on l'établit.

» Le produit soumis à la distillation dans le vide est scindé en quatre fractions de poids à peu près égaux.

» On dose dans chacune d'elles la proportion d'acide formique et d'acide acétique. On trouve ainsi des chiffres variables. Ce sont les deuxième et troisième facteurs qui donnent le plus d'acide formique. A quel état est cet acide formique? Il est, dans ces portions, surtout à l'état d'anhydride mixte, et voici comment on peut s'en rendre compte. Les bases tertiaires, quinoléine, pyridine, diméthylaniline, possèdent la propriété de décomposer, à froid ou sous l'influence d'une légère élévation de température, l'anhydride mixte en dégageant de l'oxyde de carbone et en régénérant de l'acide acétique



$$CH^3 - \underset{\substack{\| \\ O}}{C} - O - \underset{\substack{\| \\ O}}{C} - H = CO + CH^3 - CO^2H.$$

» Du volume de l'oxyde de carbone dégagé on peut déduire le poids de l'anhydride mixte dans le mélange.

» En analysant ainsi les produits distillés, on peut se rendre compte de leur composition et suivre la marche des rectifications. Il en a fallu quatre à cinq pour avoir un produit pur. On peut, du reste, abréger ces opéra-

tions de la façon suivante : l'éther de pétrole dissout facilement l'acide acétique, assez facilement l'anhydride acétique et peu l'anhydride mixte. Quant à l'acide formique, il est insoluble, mais il est passé dans les premiers produits de la distillation.

» On agite donc les produits déjà riches en anhydride mixte avec de l'éther de pétrole et l'on décante la couche inférieure, qui est de nouveau distillée dans le vide. La portion intermédiaire constitue alors l'anhydride mixte à l'état de pureté, comme on peut s'en assurer par l'analyse.

» L'anhydride formique acétique est un liquide mobile à odeur forte qui provoque le larmoiement. Il ne cristallise pas lorsqu'on le refroidit au moyen du chlorure de méthyle. Il bout à à 29° sous 17^{mm}. Il distille entre 105° et 120° sous la pression ordinaire, mais en s'altérant. Il se dégage, en effet, de l'oxyde de carbone; mais le produit, passé à la distillation, fournit encore les réactions de l'anhydride mixte que nous allons décrire.

» L'anhydride mixte est décomposé à froid par l'acétate de sodium fondu et par les bases tertiaires : quinoléine, pyridine et diméthylaniline, avec dégagement d'oxyde de carbone.

» Tandis que l'anhydride acétique ne réagit pas, à froid, sur l'alcool absolu, l'anhydride mixte réagit en quelques minutes sur tous les alcools pour donner naissance aux éthers formiques correspondants. Que l'alcool soit primaire, secondaire ou tertiaire, la réaction s'effectue et ne fournit pas trace d'éther acétique. Mes essais ont porté sur les alcools éthylique, propylique, isopropylique, butylique, isobutylique, isoamylique, caprylique et, dans la série cyclique, sur l'alcool benzylique, le bornéol, le menthol, le terpinol, l'alcool santalique et l'alcool caryophyllénique. Les alcools à fonction éthylénique, alcools allylique et cinnamylique, se comportent de même.

» La réaction s'effectue encore avec les glycols; j'ai obtenu ainsi la mono et la diformine du glycol et du phénylglycol, la diformine de la terpine, etc. Beaucoup de ces corps étaient inconnus et seront décrits dans un prochain Mémoire.

» Des faits précédents on peut conclure que l'anhydride acétoformique réagit sur les alcools en donnant exclusivement les éthers formiques correspondants, avec régénération d'acide acétique.

» Vis-à-vis de l'ammoniaque et des amines primaires et secondaires, cet anhydride joue le même rôle. Avec l'ammoniac en solution éthérée, il fournit la formiamide. J'ai reconnu que ce corps cristallise en magnifiques aiguilles fusibles à 3°. Avec l'aniline, la méthylaniline, la *p*-éthoxyani-

line et l'orthoamidophénol, on obtient les amides formiques correspondantes. L'urée et la phénylhydrazine ne m'ont donné jusqu'ici que des dérivés monoformyles. L'anhydride acétoformique réagit donc sur les amines primaires et secondaires, ainsi que sur l'urée et la phénylhydrazine avec formation d'amides formiques et d'acide acétique.

» J'aurai l'honneur de communiquer prochainement à l'Académie la suite de ces recherches. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Contribution à l'étude du lierre; préparation de l'hédérine* (1). Note de M. **Houdas**, présentée par M. H. Moissan.

« Le lierre commun a été l'objet de nombreux travaux. En 1840, Vendamme et Chevalier, d'Amiens, crurent voir, dans les graines de la plante, un alcaloïde jouissant des propriétés fébrifuges de la quinine : l'existence de cette base a été mise en doute par tous ceux qui se sont occupés de la question. Posselt, en 1860, décrit, sous le nom d'*acide hédérique*, une matière cristallisée, retirée du lierre, susceptible de se combiner aux bases et de décomposer les carbonates alcalins. Plus tard, Hartsen, 1875, et peu après Davies, 1876, étudiant le même produit, l'identifièrent aux glucosides. En 1881, Vernet (*Thèse de l'École de Pharmacie de Paris*) parvient à retirer des feuilles de lierre, au moyen de l'acétone bouillant, un glucoside parfaitement cristallisé, auquel il assigne la formule $C^{32}H^{54}O^{11}$ et dont il étudie les produits de dédoublement. Dans un long Mémoire, H. Block (*Archiv. der Pharmacie*, 1888) confirme les résultats de Vernet, tout en admettant la composition $C^{32}H^{52}O^{10}$.

» Reprenant l'étude du lierre, nous montrerons que cette plante contient plusieurs glucosides que nous décrirons successivement : dans une dernière Note, résumant l'ensemble de nos recherches, nous en indiquerons la préparation et la façon de les séparer.

» *Hédérine.* — L'hédérine cristallisée dans l'alcool à 90° se présente sous la forme de longues et fines aiguilles groupées autour d'un centre commun. Maintenus vingt-quatre heures à 130° ces cristaux ont perdu $6^{gr},20$ pour 100 de leur poids : l'action plus prolongée de la chaleur ne tarde pas à les altérer.

» Chauffés plus fortement ils fondent à 248° en un liquide légèrement ambré sans dégagement de gaz.

(1) Le présent travail a été fait au laboratoire de M. Riche, à l'École de Pharmacie.

» L'hédérine a une saveur douçâtre à peine perceptible; elle est insoluble dans l'eau, l'éther de pétrole, le chloroforme; l'éther ordinaire et la benzine n'en enlèvent que des traces. Ses meilleurs dissolvants sont l'alcool et l'acétone.

1 partie de glucoside se dissout dans	54	parties	d'alcool à 90° : $T = 18°$
1 »	6,22	»	d'alcool à 90° bouillant
1 »	805	»	d'acétone froid : $T = 18°$
1 »	333	»	d'acétone bouillant.

» Les solutions dans l'alcool dilué bouillant se prennent en gelée par refroidissement : elles moussent très fortement par l'agitation.

» Le glucoside se dissout facilement à chaud dans les alcalis et les carbonates alcalins.

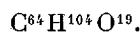
» Il dévie à droite le plan de la lumière polarisée : en solution alcoolique à la température de 22° on a

$$\alpha_D = 16°,27.$$

» L'analyse élémentaire du produit, maintenu vingt-quatre heures à 130°, nous a donné les résultats suivants :

	I.	II.	Calculé pour $C^{64}H^{104}O^{20}$.
C...........	54,11	64,25	54,43
H...........	8,80	8,84	8,72
O...........	»	»	26,84

» L'étude des produits de dédoublement montre que l'on doit admettre une formule un peu différente



$$C^{64}H^{104}O^{19}.$$

» La détermination du poids moléculaire a été faite par ébullioscopie en employant l'alcool absolu comme dissolvant : poids de substance, 5gr; poids du dissolvant, 40gr; t point d'ébullition de l'alcool, 78°,42; t' point d'ébullition de la solution 78°,52; la pression barométrique est restée constante pendant la durée de l'opération; $t' - t = 0°,10$. En appliquant la formule $M = EM \times \frac{P}{t'-t}$ on a $M = 11,50 \times \frac{10}{0,10} = 1150$, qui se rapproche de 1176 correspondant à la formule $C^{64}H^{104}O^{19}$.

» L'hédérine soumise pendant une douzaine d'heures à l'action de l'acide sulfurique dilué à 4 pour 100 et à l'ébullition dans un appareil à reflux, se décompose en donnant un produit insoluble et deux matières sucrées.

» *Hédéridine.* — Prismes rhomboïdaux brillants obtenus par refroidissement de sa solution dans l'alcool à 90° bouillant. Insolubles dans l'eau, l'éther, la benzine, le chloroforme.

» 1 partie d'hérédine se dissout dans 84 parties d'alcool absolu bouillant.

» Elle fond à 324° en un liquide incolore se prenant en une masse cristalline par refroidissement : à une température plus élevée il peut se sublimer sans décomposition.

» Ce produit est très difficile à brûler : les résultats obtenus dans sa combustion concordent avec ceux qui ont été indiqués par Bloch.

	I.	II.	Calculé pour $C^{26}H^{40}O^4$.
C	74,56	74,88	75,14
H	10,11	9,97	9,61
O	»	»	15,25

» Le peu de solubilité de l'hédéridine ne nous a pas permis d'en déterminer le poids moléculaire. L'étude de ce corps sera reprise avec de plus amples détails.

» *Matières sucrées.* — La solution acide, provenant de l'interversion, est saturée exactement par de l'eau de baryte, filtrée et évaporée jusqu'à consistance sirupeuse. On reprend par de l'alcool à 90° bouillant et l'on abandonne à l'évaporation sur de l'acide sulfurique. Il se dépose d'abord de fines aiguilles, groupées en mamelons, que l'on sépare de la partie liquide surnageant. Cette dernière se prend bientôt en une masse de cristaux assez volumineux.

» Le glucoside nous a donné environ 28gr,25 pour 100 de sucre.

» *Hédérose.* — Fines aiguilles brillantes groupées autour d'un centre, très solubles dans l'eau et dans l'alcool bouillant. Point de fusion 155°. Elle est dextrogyre et présente le phénomène de birotation. La solution bouillie examinée à 22° a donné

$$\alpha_D = +102°,66.$$

» A l'analyse, nous avons obtenu

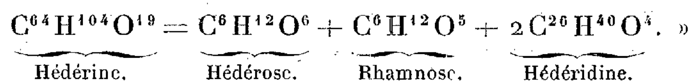
		Calculé pour $C^6H^{12}O^6$.
C	39,92	40,00
H	6,75	6,66
O	»	59,33

» Cette substance fera l'objet d'une étude détaillée.

» *Rhamnose.* — Le sucre qui se dépose après l'hédérose se présente sous forme de prismes rhomboïdaux obliques, assez volumineux, fondant à 93°. Il est dextrogyre $\alpha_D = +9°,4$.

» Ces constantes sont celles de la rhamnose.

» D'après l'étude des produits de dédoublement, on doit admettre que le glucoside, sous l'action des acides dilués, se décompose, sans fixation d'eau, suivant l'équation suivante :



$$\underbrace{C^{64}H^{104}O^{19}}_{\text{Hédérine.}} = \underbrace{C^6H^{12}O^6}_{\text{Hédérose.}} + \underbrace{C^6H^{12}O^5}_{\text{Rhamnose.}} + \underbrace{2\,C^{26}H^{40}O^4}_{\text{Hédéridine.}}. \text{ »}$$

BOTANIQUE. — *Sur la forme* Oospora (Streptothrix) *du* Microsporum *du cheval*. Note de M. E. **Bodin**, présentée par M. Prillieux.

« Dans un récent travail (*Archives de Parasitologie*, n° 3; 1898), j'ai montré que le *Microsporum* du cheval offre, dans son état de mucédinée, un pléomorphisme tel qu'il peut revêtir dans ses cultures deux formes : la forme *Endoconidium* et la forme *Acladium*, et j'ai indiqué, en outre, comment il est possible de passer de l'une de ces formes à l'autre en utilisant certains milieux parmi lesquels le milieu animal vivant.

» De nouvelles recherches sur ce *Microsporum* viennent de me prouver qu'il possède, dans ses cultures, une troisième forme qui naît de la forme *Acladium* sous l'influence de certaines conditions, telles que la dessiccation lente à des températures subissant des variations quotidiennes comme celles qui proviennent de la succession des jours et des nuits.

» Par tous ses caractères morphologiques, la troisième forme du *Microsporum* du cheval appartient au genre *Oospora;* mais, de plus, par ses dimensions, par les détails de sa structure, par ses caractères objectifs en culture, elle se rattache de la façon la plus nette et la plus indiscutable à ce petit groupe d'*Oospora* appelé anciennement *Streptothrix,* dont le parasite de l'*actinomycose* est le type et qui comprend les parasites du *pied de madura,* du *farcin du bœuf* de Nocard, de la *pseudo-tuberculose d'Eppinger* et des plantes saprophytes comme l'*Oospora Guignardi* et l'*Oospora Metchnikowi* de MM. Sauvageau et Radais.

» Un double intérêt s'attache à cette forme *Oospora* du *Microsporum* du cheval.

» D'abord elle vient démontrer, d'une façon définitive, que les *Oospora* de ce petit groupe appelé *Streptothrix* sont bien des mucédinées et cette conclusion mérite d'être retenue car certains auteurs, malgré le travail de MM. Sauvageau et Radais (*Annales de l'Institut Pasteur,* 1892), classent encore les *Streptothrix* parmi les bactéries.

» Ensuite la forme *Oospora* du *Microsporum* établit un lien de parenté très inattendu entre les parasites de l'actinomycose, du pied de madura, du farcin du bœuf, de la pseudo-tuberculose d'Eppinger d'une part et les champignons des teignes d'autre part, appuyant ainsi cette opinion que tous les parasites des mycoses humaines et animales présentent entre eux des relations étroites, *en tant que mucédinées* du moins.

» J'ajouterai, enfin, que le fait que je viens de rapporter est un exemple de plus du pléomorphisme des mucédinées parasites et qu'à ce seul titre il serait digne d'attention, car l'étude insuffisante des phénomènes de pléomorphisme est certainement l'une des raisons de l'incertitude de nos connaissances mycologiques actuelles sur les parasites des mycoses. »

MINÉRALOGIE. — *Sur un gîte de magnétite en relation avec le granite de Quérigut (Ariège).* Note de M. A. LACROIX, présentée par M. Michel-Lévy.

« J'ai montré antérieurement [1] que le massif granitique de Quérigut présente au point de vue de la théorie du métamorphisme une importance capitale. Le granite y a été mis en place par dissolution progressive d'épaisses assises de schistes et de calcaires; il a subi ainsi de multiples et remarquables transformations endomorphes; inversement, il a puissamment métamorphisé ces sédiments. J'ai cherché en outre à démontrer, à l'aide d'observations nombreuses, que les transformations métamorphiques exomorphes étaient en grande partie dues à des émanations de produits volatils ou transportables amenés par la roche éruptive.

» Cette Note a pour but de décrire un gîte de magnétite à allure filonienne qui fournit un nouvel argument à la théorie que je défends.

» Dans la haute vallée de Boutadiol (ramification de celle de Laurenti) quelques travaux ont été ouverts il y a de longues années sur un filon de magnétite qui a été mis à découvert sur quelques mètres seulement. Ces recherches, effectuées à une altitude voisine de 2000^{m}, dans un ravin d'accès difficile, n'ont pas été poursuivies. La magnétite y est largement cristalline ou massive, creusée de géodes que tapissent de beaux rhombododécaèdres; elle est par places associée à du grenat brun, à du pyroxène et à de l'amphibole d'un vert foncé, à de la pyrite complètement oxydée à l'affleurement. Elle forme non seulement un véritable filon au contact immédiat du granite et du calcaire, mais des filonnets dans ces deux roches et de petits nodules dans le calcaire.

» Cette magnétite ne résulte pas de la réduction de couches ferrifères d'origine sédimentaire. Le granite, en effet, à son voisinage, présente les

(1) *Comptes rendus*, 7 décembre 1896, et *Bulletin du Service de la Carte géologique de France*, n° 64; 1898.

mêmes transformations endomorphes qu'au contact des assises calcaréo-schisteuses non métallifères; or, j'ai fait voir que, dans cette région, la composition minéralogique du granite est toujours en étroite relation avec la nature chimique de ses salbandes; il est bien clair qu'il eût subi au contact de couches ferrugineuses des transformations endomorphes d'une tout autre nature que celles qu'il présente.

» Il est donc nécessaire d'admettre que la formation de la magnétite est postérieure à la consolidation du granite; il est possible, en outre, de démontrer qu'elle est contemporaine du métamorphisme du calcaire. En effet, les silicates (grenat, pyroxène, amphibole), qui sont mélangés au minerai de fer du filon ou qui l'accompagnent en nids dans le calcaire, appartiennent aux mêmes groupes d'espèces que ceux qui se produisent sous l'influence du granite dans les calcaires de la région considérée, mais ils constituent des espèces plus ferrugineuses; le grenat n'est plus du grossulaire, mais du mélanite; le pyroxène n'est pas du diopside de couleur claire, mais un diopside passant à l'hédenbergite; quant à l'amphibole, au lieu d'être à peine teintée en vert pâle en lames minces, elle est d'un vert extrêmement foncé et constitue une hornblende très ferrugineuse.

» Quand on s'éloigne du filon, on voit sur son prolongement dans le calcaire les minéraux métamorphiques englober encore pendant quelques mètres des nodules ou des cristaux de magnétite, puis ceux-ci disparaissent et les silicates reprennent peu à peu leur composition et leur allure normales.

» La formation de la magnétite est donc due à l'exagération locale de la teneur en fer des émanations ayant accompagné la mise en place du granite. Par suite de l'insuffisance de la proportion de silice du milieu ambiant, il ne s'est pas formé uniquement des silicates comme dans les autres contacts de la région; le fer a pu être réduit par le calcaire pour donner naissance à la magnétite, forme sous laquelle se présentent si souvent les minerais de fer produits au contact de cette roche.

» L'existence de filonnets aplitiques, traversant le filon de magnétite, montre, en outre, que, si la production de celle-ci n'est qu'un épisode des phénomènes métamorphiques du granite, elle n'en est pas le dernier. Ces filonnets, en effet, ne diffèrent pas essentiellement de ceux qui traversent en si grand nombre les calcaires métamorphisés de cette région et qui correspondent [1] à la phase ultime de l'activité éruptive du granite. Ainsi que

---

[1] *Comptes rendus*, 17 octobre 1898.

l'on pouvait s'y attendre, ils sont plus riches en minéraux ferrugineux que ceux que l'on observe dans les calcaires. On y rencontre du microcline et du quartz associés à beaucoup de pyroxène, de sphène et à des plagioclases.

» En résumé, le gîte de Boutadiol constitue un exemple remarquablement net de filon métallifère formé sous l'influence directe d'une roche éruptive. Son étude conduit aux mêmes résultats que celle des roches à axinite des contacts granitiques des Hautes-Pyrénées ([1]), en montrant la réalité des apports, effectués par le granite dans les sédiments qu'il métamorphise et la liaison indissoluble existant entre la production de ces émanations (phénomènes pneumatolytiques) et le métamorphisme de contact lui-même. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la présence de l'iode dans les eaux minérales de Royat.* Note de M. **A. Dubois**, présentée par M. Troost.

« La découverte de la thyroiodine de E. Baumann et E. Roos appelle de nouveau l'attention sur l'importance de traces d'iode qu'on peut rencontrer dans l'air, dans l'eau de mer et dans les eaux minérales.

» C'est ainsi que M. Armand Gautier ([2]) a montré tout récemment que l'iode existe dans l'air et dans l'eau de mer à l'état organique.

» Frappé du rôle important que peuvent jouer en thérapeutique des éléments qu'on ne trouve dans les eaux minérales qu'à l'état de traces, la Société des Amis de l'Université de Clermont-Ferrand et la Compagnie des Eaux minérales de Royat ont bien voulu me charger d'étudier les eaux de Royat à ce point de vue. Je suis heureux de leur adresser ici mes remercîments.

» Je me suis proposé de doser l'iode dans ces eaux. La présence de l'iode a été signalée par E.-B. Gonod en 1856.

» L'année suivante Lefort a repris cette étude et a perfectionné la méthode de Gonod en ajoutant 4^{gr} à 5^{gr} de potasse caustique à l'eau avant de la soumettre à l'évaporation. En opérant ainsi Lefort a reconnu sans peine l'existence de l'iode et du brome dans les quatre sources de Royat et de Chamalières.

([1]) *Comptes rendus,* 31 octobre 1898.
([2]) *Comptes rendus,* t. CXXVIII, p. 643.

» Mes expériences ont porté sur l'eau de la source Eugénie ; dans une première expérience, j'ai évaporé 5^{lit} d'eau, à laquelle j'avais ajouté de la potasse caustique jusqu'à réaction alcaline ; cette addition a provoqué un précipité blanc abondant. En opérant avec les eaux de Royat, très chargées en bases terreuses, cette addition est nécessaire, afin d'éviter la formation d'un iodure de calcium ou de magnésium, très facilement décomposable par l'acide carbonique que contiennent ces eaux. Pour la suite des opérations, j'ai suivi, en tous points, le procédé que M. Gautier a décrit dans son Mémoire : *L'iode dans l'eau de mer* (1). Je n'ai pas trouvé d'iode dans ces conditions.

» J'ai alors recherché si l'iode ne se trouverait pas à l'état organique ; par la fusion du résidu de l'évaporation de $4^{lit},50$ d'eau avec de la potasse pure, au creuset de nickel, j'ai trouvé $\frac{1}{6}$ de milligramme d'iode, ce qui fait pour 1^{lit}, $\frac{1}{25,8}$ ou $0^{mgr},04$.

» On sait que les matières organiques iodées de l'eau de mer sont azotées et paraissent riches en manganèse et en phosphore. Or, le manganèse et le phosphore ont été caractérisés dans les eaux de Royat par Lefort, ainsi qu'une matière organique riche en chlorure de sodium. Déjà Gonod regardait l'iode des résidus ferrugineux comme combiné au fer, et pensait que, s'il échappe à la décomposition, « il le doit à une double combinaison » avec la substance organique qui, peut-être aussi, ne fait que le protéger » par sa matière résineuse ».

» Les expériences de M. Gautier sur l'eau de mer, et les miennes sur l'eau de Royat, ne laissent plus de doutes ; on sait que l'iode existe en combinaisons organiques solubles et insolubles, ces parties restent, après le bain, inhérentes à la peau, qui les absorbe ensuite partiellement, ainsi qu'il résulte des expériences de M. Gallard (2).

» Remarquons encore que le caractère organique de ces combinaisons si énergiques explique cette particularité des eaux minérales de perdre quelques-uns de leurs caractères utiles lorsqu'on ne les utilise pas sur place. »

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 1069.
(2) *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 1117.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Carte bathymétrique de l'archipel des Açores.* Note de M. **J. Thoulet.**

« Pour pouvoir suivre d'une manière systématique le détail de faits naturels ou historiques qui se sont accomplis dans une contrée, il est indispensable de posséder une Carte de ce pays; de même, afin d'être en état d'étudier les phénomènes qui se passent au sein de l'océan, il est indispensable d'avoir une Carte représentant le relief du sol sous-marin. Carte géographique et Carte bathymétrique figurent en quelque sorte le théâtre des événements accomplis.

» Il est peu de régions plus intéressantes, au point de vue océanographique, que celle des Açores, région de volcans sous-marins dont il serait particulièrement important de comparer le relief avec celui d'une région de nature géologique analogue, mais baignée par l'océan aérien au lieu de l'être par l'océan marin. Il y aurait, entre autres, de précieuses relations à en déduire relativement à la diversité d'action des agents atmosphériques et de l'eau.

» J'ai essayé de me livrer à ce travail. Dans ce but, j'ai choisi la Carte du Dépôt de la Marine n° 1266, édition revue et corrigée en mai 1898. Cette feuille porte l'ensemble des neuf îles composant l'archipel des Açores, Santa-Maria, San Miguel, Terceira, Graciosa, San Jorge, Pico, Fayal, Florès et Corvo. La courbe isobathe de 200^m y est indiquée autour de chaque île et, en outre, autour de l'écueil des Formigas et des deux plus hauts sommets du banc de la *Princesse Alice*. Sur ce banc, et d'après les sondages du Prince de Monaco, l'isobathe de 500^m a été aussi tracée. La Carte a été originairement dressée d'après les travaux du capitaine A.-T.-E. Vidal, de la Marine anglaise, exécutés en 1843 et 1844. Elle porte, entre San Miguel et Terceira, l'indication d'un grand nombre de coups de sonde, mais comme probablement la ligne de sonde ne dépassait pas, sauf une seule exception, 370^m et souvent était beaucoup moindre, la plupart des indications montrent que, à ces faibles profondeurs, le fond n'a pas été atteint. Peut-être aussi, à cette époque, n'accordait-on pas un intérêt suffisant aux parages maritimes où la profondeur était trop grande pour offrir aux navigateurs une information immédiatement utilisable. Le fait n'a d'ailleurs rien d'étonnant puisque, soit par le *Challenger*, soit par le Prince

de Monaco, le fond n'a été rencontré dans cette localité qu'à des profondeurs variant entre 1371^m et 3309^m. Les cotes, d'après Vidal, sont par conséquent surannées et la Carte de la Marine ne perdrait rien à les supprimer. J'ai néanmoins utilisé, pour la délimitation par les courbes de 500^m et de 1000^m du plateau qui s'étend au sud-est de Terceira, un certain nombre de cotes de sondages ayant rencontré le fond et provenant du capitaine Vidal.

» J'ai placé sur la Carte, d'après les indications fournies par les deux fascicules publiés par le Prince de Monaco sous le titre de : *Campagnes scientifiques de S. A. S. le Prince de Monaco*, 1885-1897, *liste des stations*, cent-douze sondages exécutés à bord de la *Princesse-Alice*. J'ai présenté de même les six stations du *Challenger* portant les numéros 73, 74, 75, 76, 77, 78 qui se trouvaient dans l'Archipel et dont je me suis borné à modifier la longitude et à transformer en mètres le brassiage en fathoms. Enfin, j'ai agrandi et ramené à l'échelle de la Carte 1266, la courbe de 2000^m telle qu'elle est indiquée sur la Carte intitulée *Weltkarte* dressée par le Reichsmarine-Amt allemand. De cet ensemble et, bien entendu, en accordant toute l'importance aux coups de sonde et en n'employant la courbe du Weltkarte qu'autant qu'elle n'était pas contredite par des sondages subséquents, j'ai tracé les isobathes de 500^m, 1000^m, 1500^m, 2000^m, 2500^m et 3000^m. Les aires d'égale profondeur ont été coloriées en bleu avec des teintes d'autant plus foncées que la profondeur en était plus considérable. Les sondages du Prince de Monaco sont marqués par un cercle rouge; ceux du *Challenger* par un double cercle.

» L'examen de la Carte ainsi obtenue montre, par le groupement si variable des points rouges, combien, dans chaque portion, le degré de précision est différent. Tandis que les sondes se pressent au voisinage des terres, sauf sur le banc de la *Princesse Alice*, ils sont très disséminés au large sur l'ensemble du grand plateau des Açores. Certaines isobathes n'ont dû être déterminées qu'à l'aide de deux ou trois points. L'espace de la Carte 1266 correspond à la superficie du tiers environ de la France. Or, on aurait une notion encore bien vague du relief du sol français si l'on en était réduit à le figurer seulement à l'aide de 150 à 180 cotes d'altitude. Remarquons que les parages des Açores, région en pleine activité volcanique, doivent être particulièrement irréguliers et déchiquetés. On peut évaluer l'approximation obtenue si le tiers de la France, déterminé comme il vient d'être dit par 150 ou 180 cotes d'altitude, comprenait une portion

des Alpes, les Cévennes, le Plateau central avec les espaces moins accidentés du centre et de l'ouest. Néanmoins, telle qu'elle est, la Carte des Açores est une première approximation. On oublie trop souvent qu'en ces sortes de choses la vérité n'est que le résultat d'approximations et de corrections successives. Il serait fort à désirer que quelques sondages fussent faits au large en suivant une ou plusieurs lignes. La Carte des Açores offre l'avantage de montrer précisément les endroits où les coups de sonde sont le plus nécessaires. L'opération, grâce aux instruments qu'on possède aujourd'hui, instruments à fils d'acier, peu coûteux et d'un maniement facile, est devenue si simple et si rapide que l'on ne saurait trop recommander aux bâtiments de l'État de s'y livrer chaque fois que l'occasion s'en présente. Un seul sondage bien placé rectifie souvent une énorme longueur d'isobathes. Il importe que les marins se persuadent qu'au point où est parvenue la science de l'Océan et en vue des mille utilisations soupçonnées ou encore non soupçonnées qui en découlent, il ne faut plus se borner à la connaissance exacte du fond situé à moins d'une centaine de mètres au-dessous de la surface, mais que le relief du sol sous-marin, quelle que soit sa profondeur, joue un rôle important, théoriquement et pratiquement, dans l'économie des courants, c'est-à-dire pour la navigation sus-marine et sous-marine, pour les nombreux problèmes se rapportant à la distribution des espèces animales et dont la pêche est un cas particulier, et surtout pour l'industrie de la pose des télégraphes sous-marins, sujet dont l'intérêt grandirait encore en cas de guerre. L'avantage des Cartes teintées basées sur des données précises comme les sondages, quoique incomplètes, est d'indiquer immédiatement à l'œil la meilleure façon d'être perfectionnées et complétées. »

PHYSIOLOGIE. — *Oscillations nerveuses à la suite des excitations unipolaires; méthode pour la mesure de leur vitesse de propagation.* Note de M. **Aug. Charpentier**, présentée par M. d'Arsonval.

« Dans une série de travaux précédents [1], j'ai démontré que l'excitation faradique des nerfs à l'aide d'un seul pôle de la bobine d'induction

---

(1) *Comptes rendus*, 3 juillet 1893. — *Société de Biologie;* 1893 à 1896. — *Archives de Physiologie;* 1893 à 1896.

(l'autre pôle étant isolé ou mis à la terre) pouvait donner lieu, dans certaines conditions expérimentales, à des phénomènes d'interférence évidemment liés à la production d'oscillations dans le nerf au moment de chaque choc induit. Certaines expériences m'avaient paru prouver la nature physiologique de ces oscillations. Cependant, étant donné le caractère oscillatoire des décharges induites à circuit ouvert étudiées par Mouton, j'avais finalement admis la possibilité d'une explication purement physique du phénomène en question.

» Mais, depuis cette première série de recherches, les circonstances suivantes me montrèrent qu'en variant les conditions physiques pouvant influer sur la fréquence des oscillations de la décharge, et pouvant même entraîner leur suppression, on ne changeait rien aux phénomènes observés sur le nerf.

» J'ai mesuré par exemple la demi-longueur de l'ondulation développée dans le nerf par l'excitation unipolaire et je l'ai trouvée voisine de 2^{cm} (une approximation plus grande n'est pas possible par la méthode directe).

» Or, l'introduction de capacités ou de self-inductions notables sur le trajet de l'excitation, introduction de nature à modifier considérablement la fréquence et par suite la longueur d'onde des oscillations de la décharge, n'apportait pas de changement appréciable dans mes déterminations.

» De plus, j'ai pu reproduire ces interférences non seulement avec des courants induits, mais avec des excitations unipolaires quelconques (1) : la décharge des condensateurs, la simple ouverture ou fermeture d'un courant de pile direct, sans self-induction appréciable et, par conséquent, sans caractère oscillatoire, permettent de constater des phénomènes analogues.

» L'excitation unipolaire détermine donc réellement de véritables oscillations nerveuses.

» Si l'on connaissait la vitesse avec laquelle ces oscillations se propagent dans le nerf, il serait possible de calculer approximativement leur fréquence.

» J'ai profité de ce que l'excitation faradique unipolaire peut traverser sans perte appréciable des longueurs de nerf relativement grandes chez la

(1) Je n'ai pas besoin de rappeler que les conditions d'efficacité et de puissance des différentes variétés de courants unipolaires ont été fixées avec la plus grande précision par M. Chauveau.

grenouille (4^{cm} ou 5^{cm} et plus) pour essayer de mesurer la vitesse de transmission de cette excitation par le nerf. Les difficultés particulières de cette recherche, consistant surtout dans l'inégalité des réactions musculaires, ne m'ont permis de constater qu'une chose, c'est que cette vitesse est du même ordre de grandeur que celui de la vitesse de l'influx nerveux, mesurée expérimentalement par Helmholtz, Marey, Chauveau, etc.

» Ces premières constatations ne pouvaient me suffire, et j'ai cherché dans différentes directions une méthode plus satisfaisante. Celle à laquelle je me suis arrêté dans ces derniers temps, après en avoir essayé un assez grand nombre, m'a paru nouvelle dans son principe. Elle m'a conduit déjà à des résultats dignes d'attention, mais elle pourra être plus féconde dans l'avenir si, comme je l'espère, je puis disposer d'instruments plus précis que ceux que j'ai dû improviser avec le matériel courant de mon laboratoire.

» Je me contenterai, pour le moment, d'indiquer le principe de cette méthode :

» Partant de cette idée que l'excitation électrique provoque des oscillations dans le nerf, j'ai cherché à limiter aussi parfaitement que possible cette excitation comme étendue et comme durée. J'ai employé des courants de pile très brefs (durée : de $0^s,00003$ à $0^s,0003$), et j'ai cherché à éviter leur diffusion au delà du point excité, en n'employant que des courants faibles, d'une intensité voisine du minimum efficace : pour cela, le conducteur venant de la pile traversait un rhéostat à liquide très résistant et facilement réglable (modèle de M. Th. Guilloz).

» Une excitation unipolaire étant ainsi produite en un point du nerf se propage avec une certaine vitesse au delà de ce point, ainsi que les alternatives périodiques d'affaiblissement et de renforcement qu'elle développe après elle.

» Or une nouvelle excitation identique, produite un moment après et portée *par un autre conducteur en un autre point du nerf* plus ou moins distant du premier, ne trouvera pas le nerf dans un état toujours le même : en effet, d'après le temps écoulé depuis la première excitation, la seconde se produira à des phases variables de l'oscillation consécutive, et cette oscillation elle-même, suivant la distance des deux points et la vitesse de sa propagation dans le nerf, aura subi, avant d'arriver au second point, un retard plus ou moins grand.

» Par conséquent, si sur deux points déterminés du nerf on produit

deux excitations identiques, *séparées par des intervalles de temps variables* (de l'ordre des dix-millièmes de seconde), on constatera des *oscillations* dans l'intensité de la réaction musculaire provoquée. Pour un certain intervalle, cette réaction sera nulle; elle reparaîtra, augmentera, puis diminuera pour des intervalles de temps croissants, et s'annulera de nouveau pour un autre intervalle déterminé.

» De la connaissance de ces intervalles de temps et de celle de la distance qui sépare les deux points du nerf successivement excités, on peut déduire facilement, à l'aide de plusieurs expériences comparatives, les notions suivantes : celle que nous recherchons en premier lieu, la vitesse de propagation de l'oscillation développée dans le nerf; d'autre part, la durée d'une oscillation, indiquée directement par l'intervalle de temps correspondant à la production de deux minima successifs; la fréquence des oscillations nerveuses en résulte immédiatement; quant à leur longueur d'onde, elle se calcule d'après les données expérimentales qui précèdent; on pourrait d'ailleurs la rechercher sur le nerf lui-même en déterminant deux positions successives de la seconde électrode pour laquelle se produit l'interférence.

» J'indiquerai dans une Note ultérieure le dispositif que j'ai adopté et, malgré leur caractère encore provisoire, les premiers résultats obtenus. Il me suffira de dire aujourd'hui qu'ils se sont montrés conformes à mes prévisions. »

PHYSIOLOGIE. — *Lierre et hédérine. Étude physiologique et toxicologique.* Note de M. **A. Joanin** [1], présentée par M. Lannelongue.

» De tout temps, le lierre a été considéré comme une plante suspecte et dangereuse. Si l'on a pu lui reconnaître de nombreuses propriétés thérapeutiques et si quelques auteurs ont pu recommander les fruits de cette plante comme purgatifs, l'emploi du lierre comme plante médicamenteuse est actuellement tombé dans l'oubli. Néanmoins, les fruits de l'*Hedera helix* déterminant assez souvent chez les enfants des phénomènes d'intoxication parfois mortels, l'étude des principes immédiats contenus dans la plante nous a paru digne d'intérêt et ce sont nos premiers résultats que nous présentons dans cette Note.

» Nous avons plus particulièrement étudié l'action toxique et physiolo-

---

[1] Travail du laboratoire de Pharmacologie de la Faculté de Médecine de Paris.

gique de l'hédérine, glucoside le plus important du lierre, et dont l'étude chimique est l'objet d'une Note spéciale de M. Houdas [1].

» Notre expérimentation a porté sur des grenouilles, des cobayes, des lapins et des chiens.

» Les animaux à sang froid sont peu sensibles à l'action de l'hédérine. La dose de glucoside nécessaire pour déterminer la mort d'une grenouille de poids moyen (35^{gr} à 40^{gr}) est de *cinq milligrammes*. La mort survient très lentement en vingt-quatre ou trente heures. Le seul phénomène que l'on observe est une paralysie lente et progressive.

» Il n'en est pas de même pour les animaux à sang chaud. Des doses relativement très faibles de glucoside sont mortelles pour les cobayes et les lapins. Ces doses varient :

De 5^{cgr} à 7^{cgr}	par kilogramme	d'animal	en injection	hypodermique;
3^{cgr} à 4^{cgr}	»	»	»	intrapéritonéale;
2^{cgr} à 3^{cgr}	»	»	»	intraveineuse.

» Quel que soit le mode d'administration employé, les phénomènes d'intoxication déterminés par le glucoside du lierre restent constants. Les symptômes d'intoxication observés chez les cobayes et les lapins sont peu bruyants et peuvent se résumer ainsi : abattement, frissons, hypothermie souvent très accentuée, météorisme, diarrhée parfois sanguinolente, coma, mort. Les lésions que l'on trouve à l'autopsie sont : congestion très vive des organes de la région sous-diaphragmatique, érosions sanguines et tuméfaction de la muqueuse intestinale, poumons œdémateux et légèrement congestionnés.

» Par injection stomacale l'hédérine donne lieu, chez les chiens, à des phénomènes émétiques. Les vomissements sont abondants. L'effet purgatif est également très prononcé.

» Sous l'influence de l'hédérine, la pression artérielle baisse d'une façon passagère si la dose de glucoside injectée est faible ($0^{gr},10$ à $0^{gr},15$ pour un chien de 15^{kg} en injection intraveineuse). Pour des doses supérieures, la chute de la tension est plus prononcée et s'accroît jusqu'à la mort de l'animal.

» L'hédérine peut donc être considérée, au point de vue pharmacodynamique, comme un éméto-cathartique. Les lésions qu'elle détermine se rapprochent d'ailleurs beaucoup des lésions observées sous l'influence des drastiques.

([1]) Voir plus haut, p. 1463.

» La comparaison de l'action toxique exercée par le lierre en nature et de l'action de l'hédérine montre que ce glucoside est la cause d'un certain nombre de symptômes observés dans l'empoisonnement hédérique. Cet empoisonnement se caractérise par des effets émétiques et purgatifs, accompagnés d'ébriété, d'excitation, de secousses convulsives. Les lésions relevées à l'autopsie sont, d'autre part : inflammation plus ou moins vive des voies digestives, engouement des méninges et des poumons.

» Les effets émétiques et purgatifs exercés par le Lierre paraissent dus à la présence de l'hédérine dans cette plante. Quant aux accidents nerveux signalés dans les cas d'intoxication connus, ils ne sont certainement pas causés par le glucoside dont nous venons d'indiquer les effets. Peut-être existe-t-il dans le lierre un autre principe actif capable d'influencer le système nerveux et de déterminer les phénomènes d'excitation et les secousses convulsives indiquées. C'est probablement un composé de ce genre qui aura été entraîné dans l'hédérine isolée par Vernet, et qui aura été cause des différences que nous pouvons noter entre les symptômes indiqués par cet auteur et ceux que nous avons toujours rencontrés.

» L'action exercée par l'hédérine est constante. Nous l'avons toujours retrouvée semblable dans l'emploi d'échantillons provenant de traitements chimiques différents.

» Les conclusions expérimentales que nous présentons sont le résultat de la comparaison de quarante-huit expériences. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Nouvelles recherches sur les fonctions diastasiques des plantes indigofères.* Note de M. L. **Bréaudat** [1], présentée par M. Duclaux.

« J'ai démontré précédemment [2] que la production d'indigo bleu au sein des liquides de macération des plantes indigofères est due à l'évolution de phénomènes chimiques et non physiologiques.

» Dans un travail un peu antérieur au mien, travail dont je n'ai eu connaissance qu'après la publication de cette Note, M. Molisch, de Prague [3]

---

(1) Travail du laboratoire de M. le Dr Calmette, directeur de l'Institut Pasteur de Lille.

(2) Bréaudat, *Sur le mode de formation de l'indigo* (*Comptes rendus*, 14 novembre 1898). — *Annales de Médecine et d'Hyg. col.*, n° 4, p. 525; 1898.

(3) Molisch, *Ueber die sogenannte Indigogährung und neue Indigopflanzen.* —

arrive à la même conclusion après avoir étudié la fabrication industrielle de l'indigo à Java.

» J'ai fait voir, en outre, que le suc des *Indigofera* contient deux diastases : l'une douée d'un pouvoir hydratant, capable de dédoubler l'indican ; l'autre, possédant des propriétés oxydantes qui se manifestent surtout en présence de chaux, de soude ou de potasse.

» De nouvelles recherches m'ont appris que ces bases ne sont pas les seules capables de contribuer à la formation de l'indigo et peuvent être remplacées par l'ammoniaque, la baryte, la magnésie, les carbonates alcalins ou alcalino-terreux dissous ou mis en suspension dans l'eau distillée. Voici comment je le démontre :

» Des feuilles d'*Isatis alpina,* lavées dans l'eau chloroformée et rapidement incisées, sont enfermées dans des nouets de tarlatane préalablement dépourvue d'apprêt, lavée à l'acide chlorhydrique, neutralisée et conservée dans l'eau chloroformée.

» Ces nouets sont immergés dans des solutions ou suspensions stériles, contenant $0^{gr},05$ des corps ci-dessus pour 100^{cc} d'eau distillée.

» Après une macération de douze heures à 37° et à l'abri des germes de l'air, le tissu de tous les nouets est teint en bleu avec plus ou moins d'intensité, et les différentes solutions précipitent encore un peu d'indigo bleu par agitation.

» Si l'on prépare des liquides de macération contenant, dans les mêmes proportions, des acides ou des sels neutres (acides chlorhydrique, acétique, oxalique ; sulfates de soude, de magnésie, de manganèse ; chlorure de calcium, oxalate d'ammonium), les résultats sont négatifs. Les nouets restent incolores et il se forme, au sein des liquides, des précipités qui se déposent très difficilement et qui ne bleuissent pas, malgré une agitation très prolongée.

» Il me paraît donc démontré :

» 1° Que les bases alcalines, alcalino-terreuses ou leurs carbonates solubles ou insolubles sont indispensables à la production de l'indigo ;

» 2° Que les acides et les sels neutres ne permettent pas cette précipitation.

» En présence de ces faits, il m'a paru intéressant de chercher si la présence d'un alcali est nécessaire à l'action des deux diastases ou nécessaire

---

Aus den *Sitzungsberichten der kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien*, Juli 1898.

seulement à l'une d'elles. L'expérience suivante m'a renseigné sur ce point.

» Je triture des feuilles d'*Isatis* avec du sable dans de *l'eau distillée*. Je filtre et j'abandonne la liqueur claire à la température de 37° de deux à quatre heures.

» Une première partie de ce liquide est additionnée de chloroforme et agitée. Ce dissolvant se colore légèrement en jaune. On sépare les deux liquides et l'on constate que la solution aqueuse contient un corps réducteur de la liqueur de Fehling.

» L'évaporation lente de la solution chloroformique à l'air libre donne de l'indigo.

» Par conséquent, la diastase hydratante a fait son œuvre; l'indican est décomposé en indiglucine et en un corps capable de donner de l'indigo bleu par oxydation. La réaction s'est effectuée en l'absence d'alcali.

» Si nous ajoutons un peu d'eau de chaux à la seconde partie du liquide de macération filtré, nous obtenons de l'indigo bleu par agitation.

» C'est donc bien la diastase oxydante qui exige la présence de l'alcali.

» En voici, du reste, une autre preuve.

» Si l'on mélange, à une solution aqueuse saturée de gaïacol, une solution des diastases extraites de l'*Isatis*, la réaction colorée qui se produit par agitation est peu sensible; mais si le liquide est additionné d'une substance alcaline, même insoluble (carbonate de magnésie), le gaïacol se colore rapidement et avec intensité. Cette coloration ne se produit pas dans un tube témoin ne contenant que du gaïacol et du carbonate de magnésie.

» Je conclus de ces expériences que l'oxydase contenue dans le suc de l'*Isatis alpina* est douée d'un pouvoir oxydant très faible; que ce pouvoir oxydant est exalté par les alcalis et carbonates alcalins; enfin, que l'action des alcalis ne s'exerce qu'en faveur du ferment soluble oxydant.

» J'ai montré, dans ma précédente Note, que l'*Isatis alpina* et l'*Indigofera anil* sont douées de ces fonctions diastasiques; depuis, je me suis assuré, par le même procédé, qu'elles existent également chez l'*Indigofera tinctoria* et l'*Isatis tinctoria*. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur un Champignon parasite du cancer.* Note de M. **J. Chevalier**, présentée par M. Arm. Gautier.

« A la suite de notre Communication du 21 mai dernier (*Comptes rendus*, p. 1293) relative à un Champignon parasite du cancer, nous avons pu avec

M. le Dr Bra, auteur d'une publication analogue visée dans la Communication ci-dessus, comparer les préparations faites par chacun de nous; nous sommes arrivés à l'identification complète des deux parasites. Ce résultat confirme très heureusement nos travaux faits séparément.

» Il est juste de reconnaître que M. le Dr Bra a le premier signalé et cultivé ce parasite et nous lui accordons volontiers la priorité de cette publication. »

MM. **P. Haan** et **Marcel Hérubel** adressent une Note ayant pour titre : « Étude expérimentale de la biologie intime et comparée du protoplasma animal et végétal. »

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 5 juin 1899.
(*Suite.*)

Études géologiques sur les États-Unis. Notes parues dans diverses publications, par M. E. Wadsworth. 12 opuscules in-8°.

Notices sur les Écoles préparatoires des Mines aux États-Unis, par M. E. Wadsworth. 5 opuscules in-8°.

Duæ species novæ Argentinæ Gyponæ generis scripsit Carolus Berg. (Extracto de los Anales de la Sociedad Cientifica Argentina, t. XLVII.) 1 feuillet in-8°.

Observaciones sobre lepidopteros argentinos y otros sudamericanos, por el Dr Carlos Berg. Buenos Aires, Juan A. Alsina, 1899; 1 fasc. in-8°.

Annual report of the boards of regents of the Smithsonian Institution, 1897. Washington, 1898; 1 vol. in-8°.

Yearbook of the United States department of Agriculture, 1898. Washington, 1899; 1 vol. in-8°.

Eighteenth annual report of the United States geological Survey to the secretary of the Interior 1896-97. Part II and part V. Washington, 1898; 3 vol. in-4°.

Bergens Museum. Report on Norwegian Marine investigations 1895-97, by Dr JOHAN HJORT, O. NORDGAARD and H.-H. GRAN. Bergen, John Grieg, 1899; 1 fasc. in-f°.

Observations météorologiques suédoises, publiées par l'Académie royale des Sciences de Suède. Vol. XXXV, 1893. Stockholm, 1898; 1 fasc. in-4°.

L'Universale, periodico bimensile, diretto da ANTONINO PENNISI MAURO. Anno I, n° 1. Acireale, 1899; 1 fasc. in-8°. (Ommaggio dell' Autore.)

Memoirs of the british astronomical Association. Vol. VIII, part I. Report of the section for the observation of meteors. Director : HENRY CORDER. London, 1899; 1 fasc. in-8°.

Boletin del Instituto geologico de Mexico. Num. 11. Catalogos sistematico y geografico de las especies mineralogicas de la Republica Mexicana. Mexico, 1898; 1 fasc. in-4°.



COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU LUNDI 19 JUIN 1899,

PRÉSIDENCE DE M. VAN TIEGHEM.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur une classe de surfaces isothermiques liées à la déformation des surfaces du second degré.* Note de M. **Gaston Darboux.**

« Dans une Communication insérée à la page 1299 de ce Volume, j'ai fait connaître quelques propriétés nouvelles des surfaces à lignes de courbure isothermes. On a vu qu'étant donnée une telle surface (Σ), on peut, d'une infinité de manières, déterminer une autre surface isothermique (Σ') telle que (Σ) et (Σ') constituent les deux nappes d'une enveloppe de sphères, la correspondance entre les deux surfaces ayant lieu à la fois avec conservation des lignes de courbure et avec similitude des éléments infiniment petits. J'avais été conduit à ces propriétés tout à fait générales des surfaces isothermiques par l'étude de certaines propositions relatives à la déformation des surfaces du second degré. Nous avions reconnu, en

effet, que, si une quadrique (Q) roule sur une surface applicable (Θ), les huit points m_i, m'_k où les génératrices isotropes de (Q) percent le plan de contact de (Θ) et de (Q) décrivent huit surfaces isothermiques (Σ_i), (Σ'_k). Deux de ces surfaces (Σ_i), (Σ'_k), relatives à des indices différents de i et k, se trouvent précisément dans la relation qui fait l'objet de ma dernière Communication. Cette remarque va donner les moyens de caractériser les surfaces (Σ_i), (Σ'_i) qui se rattachent à la déformation d'une quadrique générale et qui forment un groupe nettement défini, compris dans l'ensemble infiniment plus étendu des surfaces isothermiques les plus générales.

» Supposons, en effet, que l'on donne une des surfaces (Σ_i) que nous désignerons par (Σ_1); il lui correspondra trois autres surfaces (Σ'_2), (Σ'_3), (Σ'_4) qui, prises avec elle, constitueront les deux nappes d'une enveloppe de sphères; et les normales à ces quatre surfaces seront toutes dans le plan de contact de (Θ) et de (Q). Or, si l'on applique les formules (4) de ma dernière Communication, on reconnaît tout de suite que le plan contenant les normales aux deux nappes de l'enveloppe de sphères qui y est considérée a pour équation

$$\frac{\partial\lambda}{\partial\rho_1} \mathbf{S} \frac{\partial x}{\partial\rho}(\mathrm{X}-x) = \frac{\partial\lambda}{\partial\rho} \mathbf{S} \frac{\partial x}{\partial\rho_1}(\mathrm{X}-x)$$

et, par conséquent, ne dépend que du quotient des deux dérivées $\frac{\partial\lambda}{\partial\rho}$, $\frac{\partial\lambda}{\partial\rho_1}$.

» Donc les trois valeurs de λ qui permettent de faire dériver de (Σ_1) les trois surfaces (Σ'_2), (Σ'_3), (Σ'_4) doivent être telles que le rapport de leurs dérivées premières soit le même, c'est-à-dire doivent être fonctions l'une de l'autre; et comme d'ailleurs λ doit satisfaire à l'équation aux dérivées partielles

$$\frac{\partial^2\lambda}{\partial\rho\,\partial\rho_1} - \frac{1}{\mathrm{H}}\frac{\partial\mathrm{H}}{\partial\rho_1}\frac{\partial\lambda}{\partial\rho} - \frac{1}{\mathrm{H}}\frac{\partial\mathrm{H}}{\partial\rho}\frac{\partial\lambda}{\partial\rho_1} = 0, \tag{1}$$

il ne sera pas difficile de conclure de là qu'en négligeant pour des raisons d'homogénéité une constante qui entre en multiplicateur, les trois valeurs de λ qui correspondent aux trois surfaces (Σ'_k) ne pourront que différer d'une quantité constante.

» Si donc on se reporte aux équations (14) (p. 1304), on reconnaîtra qu'il en devra être de même pour les valeurs de σ et de μ, de sorte que, pour chaque surface (Σ'_k), on devra avoir

$$\lambda = \lambda' + \lambda_1, \qquad \sigma = \sigma' + \sigma_1, \qquad \mu = \mu' + \mu_1,$$

λ', σ', μ' étant des fonctions déterminées et λ_1, μ_1, σ_1 des constantes qui varieront seules lorsqu'on passera de l'une des surfaces (Σ'_k) aux deux autres.

» Par exemple λ_1, μ_1, σ_1 seront nulles pour (Σ'_2) et prendront des valeurs que nous devons supposer quelconques pour (Σ'_3), (Σ'_4).

» D'après cela, écrivons que l'équation (13) de ma dernière Communication et celles des équations (14) qui déterminent $\frac{\partial\xi}{\partial\rho}$, $\frac{\partial\xi_1}{\partial\rho_1}$ ne cessent pas de subsister lorsqu'on y remplace m, λ, σ, μ par $m + m_1$, $\lambda + \lambda_1$, $\sigma + \sigma_1$, $\mu + \mu_1$. Nous obtiendrons les relations

$$2\mu\mu_1 + \mu_1^2 = 2m_1(\lambda + \lambda_1)(\sigma + \sigma_1) + 2m(\lambda\sigma_1 + \sigma\lambda_1 + \lambda_1\sigma_1),$$

$$m_1\lambda + m\lambda_1 + m_1\lambda_1 + \frac{H^2}{R}\mu_1 + H^2(m_1\sigma + m\sigma_1 + m_1\sigma_1) = 0,$$

$$m_1\lambda + m\lambda_1 + m_1\lambda_1 - \frac{H^2}{R_1}\mu_1 - H^2(m_1\sigma + m\sigma_1 + m_1\sigma_1) = 0,$$

d'où l'on déduit facilement que les valeurs de λ, μ, σ seront nécessairement de la forme suivante

$$(2)\qquad \lambda = u' + \lambda_0, \qquad \sigma = u + \sigma_0, \qquad \mu = -\frac{uu'}{2} + \mu_0,$$

λ_0, σ_0, μ_0 étant trois constantes et u, u' désignant, pour abréger, les quantités suivantes :

$$(3)\qquad u = \frac{1}{R} + \frac{1}{R_1}, \qquad u' = H^2\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R_1}\right).$$

» En portant les valeurs de λ, μ, σ dans l'équation (13) de ma précédente Communication

$$(4)\qquad \mu^2 + \xi^2 + \xi_1^2 = 2m\lambda\sigma,$$

on sera conduit à une relation de la forme suivante :

$$(5)\qquad H^2\left(\frac{\partial u}{\partial\rho}\right)^2 + H^2\left(\frac{\partial u}{\partial\rho_1}\right)^2 + \frac{u^2u'^2}{4} + Auu' + 2Bu + 2Cu' + D = 0,$$

où A, B, C, D désignent des constantes quelconques. Cette relation, qui contient, en même temps que les rayons de courbure principaux, leurs dérivées lorsqu'on se déplace suivant les lignes de courbure, devra être vérifiée en chaque point de la surface (Σ_1). Elle est, comme on voit, de forme assez compliquée. Mais, en même temps qu'elle est nécessaire, elle

est suffisante, et nous allons voir qu'en la supposant vérifiée, on pourra faire dériver de (Σ_1) les trois surfaces (Σ'_2), (Σ'_3), (Σ'_4).

» Si l'on porte en effet les trois valeurs (2) de λ, σ, μ dans l'équation (4) et que l'on identifie la relation ainsi obtenue avec l'équation (5), on aura

$$(6) \qquad \mu_0 = -A - 2m, \qquad \lambda_0 = -\frac{B}{m}, \qquad \sigma_0 = -\frac{C}{m},$$

m devant vérifier l'équation du troisième degré

$$(7) \qquad (A + 2m)^2 m - Dm - 2BC = 0.$$

» Aux trois racines de cette équation correspondront trois systèmes de valeurs pour μ_0, λ_0, σ_0 et, par suite, trois surfaces (Σ'_2), (Σ'_3), (Σ'_4) dont les normales se couperont mutuellement et couperont aussi la normale à (Σ_1).

» Il reste à montrer que les quatre surfaces isothermiques ainsi obtenues sont bien celles qui correspondent à la déformation d'une certaine quadrique. Il faut, pour cela, prendre une des deux tangentes isotropes à (Σ_1) puis les trois tangentes isotropes aux surfaces (Σ'_2), (Σ'_3), (Σ'_4) qui rencontrent la première et montrer d'abord que la quadrique (Q) dont ces quatre droites sont des génératrices rectilignes *est invariable de forme*.

» Choisissons comme axe des X, des Y, des Z, les deux tangentes principales et la normale à la surface (Σ_1). Il n'y a aucune difficulté à former l'équation de la quadrique (Q). En posant, pour abréger,

$$(8) \qquad \begin{cases} x = -\dfrac{X + iY}{\xi + i\xi_1}, \qquad z = Z - \dfrac{uu'}{2}\dfrac{X + iY}{\xi + i\xi_1}, \\ y = -(X - iY)(\xi + i\xi_1) + \dfrac{u^2u'^2}{4}\dfrac{X + iY}{\xi + i\xi_1} - uu'Z - 2u', \end{cases}$$

on trouvera que les tangentes isotropes aux surfaces (Σ'_k) ont pour équations

$$(9) \qquad \begin{cases} z + (A + 2m)x = 0, \\ y + Dx + \dfrac{2B}{m}(1 + Cx) = 0, \end{cases}$$

de sorte qu'en éliminant m on voit qu'elles sont toutes les trois sur la quadrique définie par l'équation

$$(10) \qquad (z + Ax)(y + Dx) - 4Bx(1 + Cx) = 0.$$

Les variables x, y, z peuvent être regardées comme des coordonnées rec-

tilignes et, en vertu de l'identité

$$x(y + 2u') + z^2 = X^2 + Y^2 + Z^2,$$

l'équation du cercle de l'infini écrite avec ces variables x, y, z serait

$$xy + z^2 = 0.$$

» Cela permet de former très aisément l'équation en S relative à la quadrique (10), et l'on reconnaît ainsi que cette équation en S ne diffère de l'équation du troisième degré en m (7) que par le changement de m en $\frac{-S}{2}$.

» On voit donc que la quadrique (Q), définie par l'équation (10), est invariable de forme et dès lors il résulte des théorèmes généraux relatifs aux systèmes cycliques qu'elle roule nécessairement sur une surface applicable, ce qui complète notre démonstration.

» Au reste, cette démonstration aurait pu se faire entièrement par la Géométrie. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la détermination des intégrales des équations aux dérivées partielles du second ordre par leurs valeurs sur un contour fermé.* Note de M. **Émile Picard.**

« Dans plusieurs Mémoires du *Journal de Mathématiques,* je me suis occupé de l'extension du problème de Dirichlet aux équations aux dérivées partielles du second ordre. Ayant repris récemment cette question dans mon cours, j'ai complété et précisé ces recherches sur quelques points; c'est ce que je vais indiquer très succinctement, les développements devant trouver place ailleurs.

» Nous nous bornons ici à l'équation linéaire

$$(1) \qquad \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + 2d\frac{\partial u}{\partial x} + 2e\frac{\partial u}{\partial y} + fu = 0.$$

» Prenons d'abord un contour (simple ou composé) *limitant une aire suffisamment petite,* et supposé dans ses parties distinctes régulièrement analytique. Le point de départ de la première méthode que j'ai suivie consiste dans la remarque suivante :

» Considérons l'équation

$$(2) \qquad \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = f(x, y),$$

et soit la fonction $f(x, y)$ continue dans l'aire limitée par C, ainsi que ses dérivées partielles $\frac{\partial f}{\partial x}$ et $\frac{\partial f}{\partial y}$. On suppose que l'on ait

$$|f(x, y)| < \mathrm{F}, \qquad \left|\frac{\partial f}{\partial x}\right| \quad \text{et} \quad \left|\frac{\partial f}{\partial y}\right| < \mathrm{F}_1.$$

» Si l'on désigne par u la solution continue de l'équation (2) s'annulant sur C, la fonction u sera à l'intérieur du contour moindre en valeur absolue que $\lambda \mathrm{F}$, ses dérivées du premier ordre seront moindres que $\mu \mathrm{F}$, et ses dérivées secondes moindres que $\lambda_1 \mathrm{F} + \mu_1 \mathrm{F}_1$. Les λ et μ sont des constantes ne dépendant que du contour; λ, μ et μ_1 sont très petits si le contour limite une aire très petite.

» Ce point établi, on peut, en supposant que les coefficients d, e, f soient continus ainsi que leurs dérivées premières, obtenir, par une série d'approximations successives, l'intégrale prenant des valeurs données sur C, pourvu que *cette succession de valeurs soit continue et admette des dérivées des trois premiers ordres*.

» Il est possible de traiter la question dans des cas plus étendus si les coefficients d, e, f sont *analytiques*. Supposant, comme il est permis si le contour est simple, que celui-ci soit un cercle, je reviens alors aux développements en séries qui m'ont permis de démontrer que toutes les intégrales de (1) sont analytiques (*Journal de l'École Polytechnique*; 1890).

» La solution du problème peut être obtenue par cette voie, si la succession des valeurs $f(\theta)$, en désignant par θ l'argument sur la circonférence, est une fonction continue de θ ne présentant pas un nombre infini de maxima et de minima. On démontre de plus, et c'est là un point important pour la suite, que les valeurs absolues de l'intégrale prenant les valeurs $f(\theta)$ sur C et de ses dérivées premières et secondes sont limitées, dans une aire intérieure à C, en fonction de la valeur absolue maxima de $f(\theta)$. Le cas d'un contour limité par deux courbes se traite aussi par une voie analogue.

» Si maintenant nous considérons une région quelconque du plan où f est négatif, et où par suite il ne peut exister plus d'une intégrale prenant des valeurs données sur un contour, il ne subsiste plus aucune difficulté dans l'application de la méthode de prolongement que j'ai indiquée autrefois; on suppose toujours que les valeurs données sur le contour forment une fonction continue n'ayant pas un nombre infini de maxima et de minima. Grâce à la remarque faite plus haut, sur la limitation des dérivées,

on voit facilement que les limites des suites obtenues par la méthode du prolongement satisfont à l'équation différentielle et donnent la solution du problème. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Les arrosages tardifs de la Vigne.* Note de M. **A. Müntz.**

« Souvent, vers la fin d'un été très sec, on constate que le développement des grains de raisin n'est pas normal, que leur volume n'augmente plus et qu'on doit, par suite, s'attendre à de faibles rendements. Les vins obtenus dans ces conditions sont généralement plus généreux et ont une valeur marchande plus grande. Mais de pareilles années sont peu favorables, l'augmentation du prix des vins ne compensant pas la réduction de la quantité.

» Si quelques pluies étaient survenues avant la vendange, la situation eût été bien améliorée et l'on eût obtenu une récolte plus abondante. Aussi ces pluies sont-elles attendues avec impatience et, lorsqu'on désespère de les voir arriver en temps utile, se résigne-t-on, dans certaines propriétés, à faire un arrosage artificiel, malgré les frais qu'entraîne cette opération, lorsque l'eau doit être amenée à la vigne à l'aide de machines, et souvent prise à une assez grande distance et à un niveau très inférieur.

» Lorsque la disposition topographique permet de faire un arrosage naturel, on n'attend pas le moment où la vigne souffre de la sécheresse, car cet arrosage est peu coûteux et exerce toujours une influence heureuse sur la production.

» Mais quand les vignes sont situées en coteaux, ce qui est le plus souvent le cas, l'eau ne peut être amenée que par des moyens mécaniques et arrive alors à un prix de revient élevé. On peut se demander si, dans ces conditions, l'augmentation de la récolte compense les frais d'arrosage et la différence de valeur du vin obtenu.

» J'ai étudié la question des arrosages tardifs en Roussillon, dans un grand vignoble situé dans les Aspres, c'est-à-dire en coteaux et en dehors de la région irrigable.

» En 1898, après un hiver pluvieux et un printemps à ondées fréquentes, une période de grande sécheresse s'est établie et a persisté pendant tout l'été. La vigne ne pouvait plus compter que sur les rosées nocturnes et l'humidité de l'air marin, ressources bien insuffisantes. Dès le commencement de juillet, on pouvait voir l'effet de ce manque d'eau; les feuilles

n'avaient pas cette turgescence qui dénote l'activité végétative; le raisin était abondant, mais les grains n'avaient qu'un faible développement qui faisait prévoir une récolte peu abondante.

» C'est en présence de cette situation que je me suis décidé à pratiquer un arrosage, à l'aide d'une machine élévatoire, sur plusieurs pièces du vignoble; d'autres pièces, non arrosées, servaient de termes de comparaison. Cet arrosage a été pratiqué trop tardivement, à un moment trop rapproché de la maturité, entre le 25 juillet et le 26 août, la vendange devant se faire peu de temps après, dès le commencement de septembre. Mais le cas dans lequel je me suis placé est celui qui se trouvera être le plus fréquent, puisque ce n'est qu'à la dernière extrémité, désespérant de voir arriver une pluie en temps utile, que le viticulteur se résignera à faire les frais d'un arrosage artificiel. Les vignes ont reçu, distribuée par des rigoles, 2200^{mc} d'eau par hectare, ce qui correspond à une pluie de 220^{mm}. C'est une quantité importante, mais qui a été bue entièrement par la terre, et n'a pas entraîné d'éléments fertilisants par lavage. En comparaison des irrigations qu'on pratique lorsqu'on a l'eau à portée, l'opération effectuée correspondait à un arrosage léger.

» L'effet de l'humectation du sol s'est fait sentir au bout de quelques heures; les feuilles s'étaient redressées et avaient repris une belle couleur verte.

» Peu de jours après, l'augmentation de volume des grains de raisin était visible; elle a continué à se produire jusqu'au moment de la vendange. L'arrosage avait donc gonflé les grains et, par suite, influé sur le rendement.

» Pour déterminer le rapport dans lequel s'était produite cette augmentation, j'ai pesé au même moment un nombre donné de grains moyens pris dans les parties arrosées et dans celles qui ne l'étaient pas. Les observations ont été faites sur les deux cépages dominants de la région, l'aramon et le carignan.

» Le poids des grains témoins étant représenté par 100, celui des grains des vignes arrosées était le suivant :

Nature du cépage.	Numéro des pièces.	Dates de l'arrosage.	Dates du prélèvement.	Poids des grains.
Aramon....	42	19 août	7 septembre	128,3 gr
»	27	5 »	5 »	122,5
»	»	»	12 »	121,1
»	25	25 »	2 »	109,5
»	40	29 juillet	1 »	117,7

Nature du cépage.	Numéro des pièces.	Dates de l'arrosage.	Dates du prélèvement.	Poids des grains.
Carignan...	33 *bis*	19 »	7 »	134,9 gr
» ...	3	17 août	6 »	123,2
» ...	28	27 juillet	16 »	145,7
» ...	28 *bis*	2 août	21 »	127,9
» ...	40	29 juillet	9 »	122,2
» ...	43	23 août	9 »	127,3
» ...	»	»	21 »	134,3

» On voit que l'augmentation de poids du grain de raisin a été notable dans les vignes arrosées et qu'elle s'est maintenue jusqu'à l'époque de la vendange. Cette augmentation a été en moyenne comprise entre 25 et 30 pour 100 et s'est élevée jusqu'à plus de 45 pour 100. C'est là, pour le propriétaire, un résultat important.

» Mais à quoi correspond cet excédent de récolte? Les grains, par le fait de l'arrosage, se sont-ils simplement gorgés d'eau, ou bien y a-t-il eu élaboration de nouveaux matériaux, sucre, acides organiques, etc., venant s'ajouter à ceux qui existaient déjà dans le grain? L'analyse du moût des vignes arrosées et des vignes témoins nous éclairera sur ce point. Voici les résultats moyens obtenus :

		Densité du moût.	Sucre pour 1000.	Acide (1) pour 1000.
Aramon	non arrosé.....	10°,5 B.	180	9,02
	arrosé.........	10,0	169	10,37
Carignan	non arrosé.....	11,9	210,5	9,50
	arrosé.........	11,6	202,0	11,32

» Ces résultats montrent que l'un des effets de l'arrosage est d'introduire dans le grain une notable quantité d'eau et de diluer ainsi les liquides qui remplissent les cellules. Le moût des vignes arrosées est moins chargé de sucre; mais cette diminution est loin de correspondre à l'augmentation du poids des raisins. Il y a donc eu, du fait de l'arrosage, une production de matière sucrée. Les acides végétaux ont augmenté dans une proportion considérable.

» En examinant la composition chimique du grain, on voit que la maturité du raisin a subi, sous l'influence de l'arrosage, une véritable rétro-

(1) Exprimé en acide tartrique.

gradation, en ce sens que les proportions relatives de sucre et d'acides sont redevenues ce qu'elles étaient à une époque moins avancée de l'année.

» Voici les quantités moyennes de sucre et d'acides existant dans les raisins peu de jours avant la récolte, pour la surface d'un hectare :

	Sucre.	Acides.
	kg	kg
Aramon, par hectare de vignes arrosées	1496	87,4
» par hectare de vignes non arrosées	1308	63,4
» augmentation attribuable à l'arrosage	188	24,0
Carignan, par hectare de vignes arrosées	1050	58,4
» par hectare de vignes non arrosées	830	39,8
» augmentation attribuable à l'arrosage	220	18,6

» L'arrosage a donc rendu, à la puissance d'élaboration des matériaux carbonés, une activité qui s'est traduite par l'accumulation dans le grain de raisin de quantités importantes de sucre et d'acides organiques.

» Le point de vue économique de cette opération, le seul qui intéresse l'agriculteur, peut s'envisager de la manière suivante :

» L'arrosage a entraîné des frais supplémentaires; il a de plus abaissé la richesse saccharine du moût et, par suite, la teneur alcoolique du vin; mais il a amené une production plus abondante. La balance entre ces diverses données montrera s'il y a eu un avantage réel à pratiquer l'arrosage tardif.

» Les résultats suivants se rapportent au vin produit :

	Récolte à l'hectare.	Richesse alcoolique du vin.
	hlit	°
Aramon arrosé	87,3	10,1
Aramon non arrosé	72,1	10,8
Carignan arrosé	51,6	12,2
Carignan non arrosé	40,0	12,6

« Les vins de cette catégorie se vendant généralement suivant le degré alcoolique et, dans les conditions actuelles, à 2^fr le degré, nous pouvons calculer l'excédent de recette obtenu par le fait de l'arrosage. Il a été par hectare :

Pour l'aramon, de	206^fr
Pour le carignan, de	251^fr

» En regard de ces chiffres, plaçons les dépenses occasionnées par l'arrosage. L'eau a été prise à une distance de 1500^{m} et élevée à une hauteur moyenne de 40^{m}, à l'aide d'une machine puissante; elle a été distribuée dans les vignes par des rigoles tracées à la charrue et curées à la main. La dépense pour ces diverses opérations a été de 46^{fr},30 par hectare. Mais ce n'est pas la seule dépense qu'il y ait lieu de considérer; l'arrosage augmente le développement végétal et, par suite, appauvrit le sol. Il faut donc donner à la vigne des fumures plus abondantes. Mes études antérieures me permettent de fixer à 13^{fr} par hectare la valeur des engrais supplémentaires qui correspondent à l'accroissement de la vigne et à l'augmentation de la récolte.

» La recette supplémentaire ayant été de 200^{fr} à 250^{fr} par hectare, pour une dépense d'environ 60^{fr}, l'arrosage tardif pratiqué en 1898, dans les conditions que j'ai indiquées, a donc produit un bénéfice notable. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Note sur la toxicité urinaire chez les enfants et dans l'appendicite en particulier;* par MM. **Lannelongue** et **Gaillard**.

« On ne pouvait avoir une appréciation exacte de la toxicité urinaire dans l'appendicite qu'en prenant pour terme de comparaison la toxicité d'une urine normale chez des sujets de même âge, nullement malades et jouissant de leur vie ordinaire. C'est par l'examen de l'urine de dix sujets normaux que nous avons commencé; on a rarement, d'ailleurs, procédé à l'étude de la toxicité urinaire chez les enfants.

» *Urines normales. Quantités.* — Avec A. Gautier (1), Banal (2) et Guirol (3), nous avons reconnu que l'enfant sécrète une fois et même deux et trois fois plus d'urine que l'adulte pour un même poids.

» Carron de la Carrière (4) et Moufet ont donné des chiffres qui traduisent les quantités excrétées par kilogramme en vingt-quatre heures, selon les âges :

» De 15 mois à 5 ans, 29^{cc},6; de 5 à 10 ans, 27^{cc},6; de 10 à 15 ans, 28^{cc},7.

---

(1) A. Gautier, *Cours de Chimie;* Masson, 1892.

(2) Banal, *Recherches biologiques sur l'excrétion urinaire.*

(3) Guirol, *Urologie du rachitisme.*

(4) Carron de la Carrière et Moufet, *L'urine normale de l'enfance.*

» Nous avons, sur dix enfants de divers âges, obtenu les résultats suivants :

» Volume rendu en vingt-quatre heures : de 2 à 4 ans, 700^{cc}; de 5 à 7 ans, 630^{cc}; de 8 à 10 ans, 1040^{cc}; de 11 à 14 ans, 1570^{cc}. Soit, par kilogramme d'individu : 31^{cc} de 2 à 4 ans, 39^{cc} de 5 à 7 ans, 43^{cc} de 8 à 10 ans, $45^{cc},7$ de 11 à 14 ans; et par heure et par kilogramme : $1^{cc},29$, $1^{cc},62$, $1^{cc},78$, $1^{cc},90$, aux mêmes âges.

» *Couleur*. — La couleur de l'urine des jeunes sujets est jaune paille et jaune pâle, c'est-à-dire moins jaune que celle de l'adulte. La *densité* a oscillé entre 1016 et 1026; sauf une, toutes étaient *acides*. L'*urée* existe dans l'urine des enfants en proportion très supérieure à celle de l'adulte; Kamerer (¹) et Schabanova l'avaient bien établi dans leurs Tableaux. Voici d'ailleurs le résultat des analyses faites dans mon laboratoire :

» Urée aux divers âges : de 2 à 4 ans, $11^{gr},35$, soit $0^{gr},90$ par kilogramme; de 5 à 7 ans, $11^{gr},80$, soit $0^{gr},73$ par kilogramme; de 8 à 10 ans, $13^{gr},95$, soit $0^{gr},61$ par kilogramme; de 11 à 13 ans, $20^{gr},15$, soit $0^{gr},64$ par kilogramme.

» *Urotoxie et coefficient urotoxique chez les enfants sains*. — La détermination de l'*urotoxie* pour chaque urine a été faite d'après la même méthode pour les sujets sains et ceux affectés d'appendicite. On injectait préalablement une macération filtrée de deux têtes de sangsues dans 5^{cc} d'eau salée stérilisée. Puis on injectait dans la veine marginale de l'oreille d'un lapin l'urine dont on cherchait l'urotoxie. On avait soin que cette urine pénétrât lentement, avec une même vitesse et une même pression dans tous les cas, jusqu'à la mort de l'animal, qui survenait dans un délai de trois quarts d'heure à une heure environ. On négligeait la température, mais on avait soin de filtrer l'urine avant de l'injecter.

» L'urotoxie des urines des jeunes sujets est supérieure à celle de l'adulte. Tandis que chez ce dernier 40^{cc} à 80^{cc} tuent 1^{kg} de lapin, chez l'enfant il faut de 62^{cc} à 120^{cc}, suivant l'âge des sujets.

» Voici la valeur de l'urotoxie à divers âges : de 2 à 4 ans, 86^{cc}; de 5 à 7 ans, 110^{cc}; de 8 à 10 ans, 84^{cc}; de 11 à 13 ans, 89^{cc}.

» Le nombre des urotoxies, par vingt-quatre heures, inférieur à celui de l'adulte, devient à ces âges respectifs de 8,1, 7,1, 12,3, 17,2.

» Quant au *coefficient urotoxique*, c'est-à-dire quant au nombre d'urotoxies fabriquées par l'unité de poids, il est : de 2 à 4 ans, 0,47; de 5 à

(¹) Kamerer, *Der Stoffvechsel der Kinder*, 1896.

7 ans, 0,44; de 8 à 10 ans, 0,70; de 11 à 13 ans, 0,52; moyenne, 0,533.

» *Toxicité urinaire dans l'appendicite.* — Le cycle appendicitaire ne saurait être fixé, il est même mal défini dans beaucoup de circonstances. Aussi, pour avoir des renseignements de quelque valeur a-t-il fallu grouper entre eux des faits comparables et qu'on puisse reconnaître en clinique :

» 1° Dans une première catégorie nous comprenons les *appendicites aiguës* accompagnées d'un phlegmon péri-appendicitaire, ou, si l'on veut, d'une péritonite circonscrite avec adhérences ou avec une collection purulente en formation. Dans tous les faits de ce groupe, c'était une première attaque à marche franchement aiguë, précédée ou non de phénomènes peu marqués. Le nombre de ces cas est de neuf. Chez presque tous la densité urinaire a augmenté et atteint 1026 et jusqu'à 1030. L'acidité s'est accrue; il y a eu de l'hyperacidité relativement à l'état normal. La quantité des vingt-quatre heures est moindre. Enfin la couleur a pris une grande importance; au lieu d'être pâle, elle est devenue plus pigmentée. La couleur a varié du jaune d'or à un ton ambré qui se trouve le plus généralement.

» Certaines urines étaient limpides, d'autres ont laissé déposer une masse spongieuse renfermant de la mucine.

» L'urée s'y trouve en proportions notablement plus fortes; la différence peut varier du simple au double. Voici quelques exemples suivant les âges. Urines normales : 5 à 7 ans, $11^{gr},8$; 8 à 10 ans, $13^{gr},90$; 11 à 14 ans, $20^{gr},15$. Urines d'appendicite aiguë : 5 à 7 ans, $23^{gr},9$; 8 à 10 ans, 23^{gr}; 11 à 14 ans, 34^{gr}.

» La valeur de l'urotoxie ainsi que le coefficient urotoxique varient aussi dans de grandes proportions et la comparaison avec l'état normal est frappante. Nous donnerons la moyenne suivant les trois âges précédents, car nous n'avons pas rencontré d'appendicite aiguë avant l'âge de cinq ans :

» De 5 à 7 ans, moyenne 27^{cc}; de 8 à 10 ans, moyenne 39^{cc}; de 11 à 14 ans, moyenne 21^{cc}. Or les moyennes d'urines normales sont de 110^{cc}, de 5 à 7 ans; de 84^{cc}, de 8 à 10 ans; de 89^{cc}, de 11 à 14 ans. La toxicité est donc trois fois plus grande dans le groupe d'appendicites aiguës.

» Le coefficient urotoxique comparé à celui de l'état normal donne les chiffres suivants :

» De 5 à 7 ans : urine normale $0^{cc},44$; urine d'appendicite $2^{cc},18$. De 8 à 10 ans : urine normale $0^{cc},70$; urine d'appendicite $1^{cc},25$. De 11 à 14 ans : urine normale $0^{cc},52$; urine d'appendicite $1^{cc},31$.

Moyenne du coefficient des urines normales $0^{cc},533$; moyenne du coefficient des urines d'appendicite aiguë $1^{cc},58$.

» *Seconde catégorie.* — Appendicites froides opérées ou sur le point de l'être, c'est-à-dire alors que les phénomènes généraux et toute réaction locale ont disparu; cinq examens ont lieu.

» Lorsque la recherche de la toxicité et l'analyse des urines ont été faites le jour même de l'opération, et cela a eu lieu deux fois, le choc opératoire a eu pour conséquence l'augmentation de l'urine et des résidus secs.

» La densité s'est élevée à 1030. Mais dans les jours qui ont suivi ou encore dans un cas d'appendicite tout à fait froide et non opérée, la toxicité urinaire s'affaiblit en se rapprochant de l'état normal.

» Ainsi on voit que la valeur de l'urotoxie s'élevait dans ces cas divers à 52^{cc}, 59^{cc}, 88^{cc}, chiffres qui se rapprochent de la moyenne normale. Un examen ayant eu lieu vingt jours après une opération à froid chez un enfant de neuf ans a donné 102^{cc} comme valeur urotoxique et le coefficient urotoxique a été égal à $0^{cc},48$.

» *Troisième groupe. Appendicites avec péritonite généralisée.* — Nos recherches n'ont porté que sur deux cas, sur deux enfants de 11 ans et 11 ans et demi.

» Dans les deux cas, l'urine de densité plus élevée 1024 et 1026, de couleur foncée, contenant beaucoup d'indican, a donné comme valeur urotoxique 20^{cc} et 24^{cc}, chiffres beaucoup plus élevés que dans les cas des groupes précédents. Les coefficients urotoxiques ont été de 1,18 et 0,92. Ces faits veulent dire que la quantité d'urine pour tuer 1^{kg} de lapin est quatre fois moindre qu'à l'état normal, dans les cas de péritonite généralisée.

» Tels sont les faits expérimentaux. Si l'on en cherche l'interprétation on est vite embarrassé. La vraie cause de la toxicité urinaire n'est pas encore déterminée; en effet, ni l'urée, ni l'ammoniaque, ni l'acide urique, ni les sels minéraux, ni ceux de potasse en particulier (Bouchard) ([1]), ni les matières colorantes (Mairet et Bosc) ([2]) ne peuvent être invoqués comme cause exclusive de la toxicité. Celle-ci semble résulter de l'association de

---

([1]) Bouchard, *La nutrition envisagée au point de vue médical* (*Semaine médicale*, 13 mars 1895).

([2]) Mairet et Bosc, *De la toxicité de l'urine normale et pathologique*; Paris, 1891.

divers éléments anormaux ou normaux qui, excrétés en plus grande quantité, donnent à l'urine une densité plus élevée, une coloration plus foncée, un poids de matières extractives supérieur à la normale.

» La couleur paraît surtout, chez les enfants du moins, en proportion directe de la toxicité. On peut à cet égard ranger les urines des sujets atteints d'appendicites aiguës en *jaune doré*, *jaune ambré* et *ambré*, la couleur normale étant le *jaune pâle* chez les enfants sains. A chacune de ces variétés d'urine correspond une toxicité qui va en progressant. Ainsi, urines jaune pâle : de 5 à 7 ans, 45^{cc}; de 8 à 10 ans, 39^{cc}. Urines jaune doré : de 5 à 7 ans, 52^{cc} et 23^{cc}; de 8 à 10 ans, 25^{cc}; de 10 à 14 ans, 19^{cc}, 57^{cc} et 62^{cc}. Urines jaune ambré : de 5 à 7 ans, 30^{cc}; de 10 à 14 ans, 23^{cc}. Urines ambrées : 31^{cc} et 30^{cc}.

» *Conclusions.* — Chez l'enfant normal la toxicité urinaire est inférieure à celle de l'adulte. Une urotoxie équivaut à un nombre de centimètres cubes variant entre 75^{cc} et 115^{cc}; elle est de 102^{cc} en moyenne d'après nos expériences; la moyenne du coefficient urotoxique est de $0^{cc},533$.

» Les urines de l'enfant atteint d'appendicite aiguë sont beaucoup plus toxiques que les urines normales; la valeur de l'urotoxie varie de 19 à 50, moyenne 32, c'est-à-dire trois fois plus forte environ que chez un sujet sain. De même la densité, la couleur, la somme des matières extractives sont différentes de l'état normal; tous ces éléments figurent en plus grande quantité dans l'urine pathologique et tous contribuent à lui donner une part de sa toxicité. »

ÉLECTRICITÉ. — *Force électromotrice produite dans une flamme par l'action magnétique.* Note de M. **R. Blondlot.**

« Soit une flamme de gaz en forme d'éventail, et soit, d'autre part, un électromètre capillaire aux bornes duquel sont attachés deux fils de platine.

» Si l'on introduit les deux extrémités libres de ces fils dans les bords latéraux de la flamme, en deux points symétriques, on observe, en raison de cette symétrie même, que l'électromètre reste au zéro, sauf toutefois un faible mouvement oscillatoire du mercure, dû à des variations de température résultant de l'agitation inévitable de la flamme.

» Répétons maintenant l'expérience en plaçant, cette fois, la flamme entre les pièces polaires d'un électro-aimant de Ruhmkorff; ces pièces po-

laires sont formées de deux larges plateaux parallèles, distants de 3^{cm} environ, et dans l'intervalle desquels règne un champ magnétique sensiblement uniforme.

» Le plan de la flamme étant disposé parallèlement aux surfaces polaires, les lignes de force magnétique traversent normalement ce plan. Tant que l'électro-aimant n'est pas excité, l'électromètre n'indique que les faibles oscillations mentionnées plus haut; mais, si l'on fait passer le courant, aussitôt le mercure de l'électromètre est dévié dans un sens déterminé, puis disparaît du champ du microscope; si l'on renverse le courant, la déviation a lieu en sens inverse. La flamme est donc le siège d'une force électromotrice dirigée de l'un de ses bords latéraux à l'autre; le sens de cette force électromotrice est, d'après l'observation, donné par la règle suivante : un personnage étant couché horizontalement sur le flanc droit, le long de la flamme, et regardant le pôle austral de l'aimant, la force électromotrice est dirigée de ses pieds vers sa tête.

» Le phénomène qui vient d'être décrit s'explique comme il suit. Les gaz chauds qui constituent la flamme ont un mouvement continu d'ascension; dans ce corps conducteur animé d'une vitesse constante normale aux lignes de force du champ, il doit, d'après les lois de l'induction électromagnétique, se produire une force électromotrice normale à la fois à la force du champ et à la vitesse de translation : cette force électromotrice est donc dirigée suivant la largeur de la flamme, et son sens, donné par la règle connue, est précisément conforme à l'observation.

» La flamme représente ici à la fois un moteur thermique et un générateur magnéto-électrique; l'induction dont elle est le siège est le phénomène inverse de l'action électromagnétique en vertu de laquelle l'arc électrique prend sa forme courbe. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Influence de la voie d'introduction sur le développement des effets thérapeutiques du sérum antidiphtérique.* Note de M. S. **Arloing**.

« Le 25 avril 1898, nous faisions connaître à l'Académie des Sciences que, après l'introduction simultanée de la toxine diphtérique et du sérum antidiphtérique dans l'organisme, l'action neutralisante du sérum était plus ou moins complète suivant le mode choisi pour l'administration de ce dernier.

» On peut, en effet, adopter plusieurs modes d'administration : par exemple, le sérum et la toxine, mélangés *in vitro*, sont ensuite injectés en un point du tissu conjonctif sous-cutané, ou bien, la toxine étant introduite sous la peau, le sérum est injecté soit dans un autre point du tissu conjonctif, soit dans le sang veineux. Si le sérum est injecté dans le sang, l'action antitoxique est aussi complète que s'il avait été mélangé préalablement à la toxine en proportions convenables ; s'il est injecté séparément en un autre point du tissu conjonctif, il supprime bien la plus grande partie des effets généraux de la toxine, mais il laisse s'établir des effets nécrosants locaux plus ou moins considérables.

» Dans la présente Note, nous nous proposons d'examiner les mêmes phénomènes dans d'autres conditions. Au lieu d'opposer le sérum à la toxine immédiatement après l'introduction de cette dernière, nous laissons s'écouler un temps plus ou moins long de manière à simuler plus exactement un traitement curatif.

» Nos expériences ont été faites sur le chien et sur le cobaye. Hâtons-nous d'ajouter que le chien est l'animal qui convient le mieux à ce genre de recherches.

» I. *Expériences sur le chien.* — Pour chaque expérience, on prend trois chiens, et à tous les trois, on injecte au même instant, sous la peau d'une cuisse, une dose mortelle de toxine diphtérique. Un est gardé comme témoin. Les deux autres reçoivent du sérum antitoxique, après un laps de temps déterminé : l'un, dans le tissu conjonctif, en dehors du point où la toxine est déposée ; l'autre, dans la veine jugulaire. La dose de sérum est calculée de manière qu'elle soit constamment préservatrice si elle était administrée au même moment que la toxine.

» Dans les expériences que nous avons faites, le sérum a été injecté : douze heures après la toxine, deux fois ; six heures, cinq heures et quatre heures après la toxine, une fois. Par conséquent, les effets généraux et locaux de l'intoxication avaient eu le temps de se développer avec plus ou moins d'intensité, lorsqu'on essayait de les arrêter et de les faire rétrocéder par l'antitoxine.

» Toutes les personnes ayant pratiqué la toxine diphtérique connaissent ces effets. Il est donc inutile de les décrire. On pourra juger de leur intensité à la fin des délais sus-indiqués, si l'on sait que les chiens témoins ont succombé en deux à cinq jours au plus.

» Quand le sérum est injecté douze heures après la toxine, quelle que soit la voie adoptée pour son introduction, tous les chiens meurent. Mais l'observation permet de noter des différences intéressantes entre les chiens qui reçoivent le sérum dans le sang et ceux qui le reçoivent dans le tissu conjonctif. On constate une tendance à la neutralisation des symptômes, plus marquée sur les premiers que sur les seconds ; d'ailleurs, ceux-là survivent deux ou quatre jours à ceux-ci. Chez tous, l'introduction du sérum corrige immédiatement l'hyperthermie ; mais tandis que les animaux traités

par la voie sous-cutanée passent sans transition et sans lutte de l'état fébrile à l'état hypothermique, les sujets traités par la voie sanguine se refroidissent moins vite et accusent quelques efforts pour maintenir leur température.

» En résumé, dans ces conditions très désavantageuses, la voie sanguine favorise les effets antitoxiques du sérum.

» Quand le sérum est injecté six heures, cinq heures, quatre heures après la toxine, tous les sujets guérissent. Si la voie d'introduction exerce quelque influence, il faut la chercher dans la marche et l'état des symptômes.

» Les modifications de la température évoluent à peu près de la même manière de part et d'autre. Mais les autres phénomènes généraux de l'intoxication, tels que frissons, tristesse, abattement, sont moins accusés sur les chiens qui reçoivent le sérum dans le sang que chez ceux qui le reçoivent sous la peau. Au bout de deux jours, les premiers présentent les signes extérieurs de la santé, tandis que les autres paraissent toujours très malades. Les différences entre les altérations locales sont encore plus accusées. La tuméfaction œdémateuse de la peau et du tissu conjonctif, ainsi que la nécrose qui se produisent au point où la toxine est injectée, sont moins étendues et plus tardives sur les chiens qui reçoivent l'antitoxine par la voie veineuse. Aussi, dans les premiers jours consécutifs à l'injection du sérum, on croirait qu'ils seront préservés de ces accidents; mais un peu plus tard, alors que ces troubles guérissent sur les sujets traités par le tissu conjonctif, ils éclatent chez eux. Toutefois, ils s'amendent et disparaissent rapidement.

» Dans cette série encore, la voie sanguine seconde manifestement l'action antitoxique et antinécrosante du sérum.

» II. *Expériences sur le cobaye.* — Dans une première série, on prend dix cobayes et l'on injecte à chacun, sous la peau d'une cuisse, $0^{cc},1$ d'une toxine diphtérique très active. On les divise immédiatement en cinq lots de deux têtes. Le premier lot sert de témoin. Les animaux du second lot reçoivent, quatre heures après la toxine, $0^{cc},5$ de sérum par kilogramme de poids vif, l'un dans une cuisse, l'autre dans le *péritoine*. Les animaux des troisième, quatrième et cinquième lots sont traités successivement de la même manière, d'heure en heure. Les derniers reçoivent le sérum sept heures après la toxine.

» Les témoins meurent en quarante heures. Les sujets des autres lots succombent également; mais leur survie décroît en raison inverse du laps de temps écoulé entre l'injection de la toxine et celle du sérum. Les deux cobayes traités le plus hâtivement meurent entre cent vingt-quatre et cent trente-six heures; les deux traités le plus tardivement succombent entre quarante-huit et cinquante-six heures.

» Dans chaque lot, le cobaye qui a reçu le sérum *dans le péritoine* meurt quelques heures avant celui qui l'a reçu dans le tissu conjonctif sous-cutané.

» On a crû que cette différence se manifesterait d'une manière plus tranchée encore, en raccourcissant la période qui précède l'administration du sérum. Dans une seconde série comprenant huit cobayes, on fait quatre lots de deux animaux. Un lot sert de témoin. Les animaux des autres lots reçoivent le sérum : l'un sous la peau, l'autre dans le péritoine, au bout de une heure, deux heures et trois heures.

» Les témoins succombent au bout de trente-six à quarante heures. Sur les six sujets traités, un seul meurt en dépit de l'action du sérum, il appartient au lot le plus tardi-

vement traité et il est précisément le cobaye qui a reçu le sérum dans le péritoine.

» Dans une troisième série, on fait cinq lots. Un lot continue à servir de témoin, et les animaux des quatre autres lots sont traités par les deux voies au bout de trois heures quinze minutes, trois heures trente minutes, trois heures quarante-cinq minutes, quatre heures.

» Dans cette expérience, les témoins sont emportés rapidement; quant aux autres sujets, ceux qui ont reçu le sérum dans le tissu conjonctif survivent; les autres meurent.

» Donc, jusqu'à la troisième heure après le début de l'intoxication, le sérum est préservateur, qu'il soit injecté dans le tissu conjonctif ou dans le péritoine; mais entre la troisième et la quatrième heure, il cesse d'être préservateur s'il pénètre par le péritoine; passé la quatrième heure, il est incapable de sauver un seul animal; cependant il procure une survie un peu plus longue aux sujets qui l'ont reçu par le tissu souscutané.

» De ces expériences nous tirons les conclusions suivantes :

» 1° Le sérum antidiphtérique exerce une action thérapeutique qui dépend en partie de la voie choisie pour l'introduire dans l'organisme;

» 2° Chez le chien la voie sanguine est supérieure, sous ce rapport, à la voie conjonctive; chez le cobaye, la voie conjonctive est supérieure à la voie péritonéale.

» Reste à chercher le déterminisme de ces différences. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Un Ouvrage de M. *Stanislas Meunier* intitulé : « La Géologie expérimentale. » (Présenté par M. Gaudry.)

M. **Albert Gaudry** présente un Ouvrage de Mme *Prestwich* et s'exprime comme il suit :

« Lady Prestwich, veuve de notre éminent Correspondant Joseph Prestwich, me prie de faire hommage en son nom à l'Académie d'un Livre intitulé : *Life and Letters of Sir Joseph Prestwich, written and edited by his wife.*

» Prestwich avait fait une partie de son éducation à Paris; il a conservé des liens étroits avec les géologues de notre pays. Personne plus que lui

n'a mis en lumière les rapports des terrains tertiaires de la France, de l'Angleterre, de la Belgique. C'est lui, on s'en souvient, qui, le premier, reconnut l'exactitude des découvertes de silex taillés par l'homme dans les graviers de la Picardie. Le Livre de Lady Prestwich renferme une curieuse relation de toutes les premières recherches sur les terrains quaternaires. Il présente un tableau très animé de l'histoire de la Géologie en Angleterre dans la seconde moitié de ce siècle; il fait revivre les principaux géologues anglais. Le Volume est terminé par une étude de l'œuvre de Prestwich par notre Correspondant, Sir Archibald Geikie, directeur général du *Geological Survey* du Royaume-Uni. »

ASTRONOMIE. — *Observations de l'éclipse partielle de Soleil du 7 juin 1899, faites, à l'observatoire de Bordeaux, par MM.* **Féraud, Doublet, Esclangon** *et* **Courty**, transmises par M. Rayet.

« A l'époque du premier contact, le Soleil se trouvait caché par un épais nuage et la sortie de la Lune a, seule, pu être observée. Les résultats obtenus sont les suivants :

Instruments.	Grossissement.	2e contact (T. M. B.).	Observateurs.
		h m s	
Équatorial de 8 pouces d'ouverture...........	144	17.30.39,0	Féraud
Équatorial de 7 pouces (diaphragmé à $0^m,098$).	104	17.30.44,8	Courty
Télescope de 10^{cm} d'ouverture...............	»	17.30.38,7	Esclangon
Chercheur de 10^{cm} d'ouverture..............	25	17.30.27,5	Doublet

» Les différences entre les divers nombres trouvés s'expliquent, en partie, par la nature différente des instruments employés et la difficulté d'observer les contacts lorsqu'une partie minime du Soleil est seule éclipsée. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur quelques surfaces non réglées applicables sur le plan.* Note de M. **H. Lebesgue**, présentée par M. Picard.

« Pour la validité des raisonnements employés dans la théorie des surfaces, il est nécessaire que les fonctions que l'on considère aient des dérivées jusqu'à un certain ordre variable d'une question à l'autre ; et même il est quelquefois nécessaire que les fonctions soient analytiques. Les résultats

obtenus ne sont donc démontrés que pour certaines classes de surfaces dont la généralité varie d'une question à l'autre. Par suite il y a lieu de se demander s'il n'est pas nécessaire, pour arriver à des énoncés littéralement exacts, de renoncer à la généralité qu'on leur donne ordinairement et d'y introduire des restrictions relatives à l'existence de certaines dérivées.

» Partant de cette idée, je me suis proposé de rechercher *s'il n'existe pas des surfaces applicables sur le plan autres que les surfaces développables.* Cette question est légitime, car, pour démontrer que les surfaces développables sont les seules applicables sur le plan, Ossian Bonnet suppose que les coordonnées des points de la surface qu'il étudie sont des fonctions ayant des dérivées partielles des coordonnées des points correspondants du plan; dans d'autres démonstrations, on suppose l'existence de rayons de courbure principaux en chaque point de la surface.

» Avant d'aborder la question, il faut remarquer qu'étant donnée une surface, c'est-à-dire l'ensemble des points

$$x = f(u, v), \qquad y = \varphi(u, v), \qquad z = \psi(u, v),$$

où f, φ, ψ sont des fonctions finies, bien définies et continues par rapport à l'ensemble (u, v) quand le point u, v se déplace dans une certaine aire, les quantités E, F, G, qui jouent un rôle fondamental dans la théorie des surfaces applicables, n'ont en général aucun sens. De sorte que le problème de la recherche des surfaces applicables sur le plan n'est pas équivalent au problème de l'intégration des équations

$$(1) \qquad E = 1, \qquad F = 0, \qquad G = 1,$$

du moins si l'on adopte la définition suivante :

» *Une surface est applicable sur le plan s'il est possible d'établir entre les points de cette surface et les points d'une aire plane une correspondance univoque et continue telle qu'à toute courbe rectifiable de la surface corresponde dans l'aire plane une courbe rectifiable ayant même longueur, et inversement.*

» Les mots *courbes rectifiables* ont un sens très précis, comme il résulte des travaux de Ludwig Scheeffer.

» Toute surface pour laquelle les quantités E, F, G existent et satisfont aux équations (1) répond à la question; car il existe entre ces surfaces et le plan une correspondance ponctuelle conservant les longueurs, non seulement pour les courbes ayant des tangentes variant d'une façon continue, mais encore pour toutes les courbes rectifiables.

» Je prends maintenant deux morceaux de surfaces développables, limités chacun par une génératrice, et je suppose que ces génératrices frontières sont confondues en A. Dans la surface formée par ces deux morceaux je peux trouver une portion limitée de surface qui soit applicable, sans déchirures ni duplicatures, sur une aire plane et qui comprenne un segment de la génératrice A.

» Pour arriver à des surfaces plus compliquées, je suppose que les deux morceaux dont il s'agit sont deux morceaux dont l'ensemble formait une développable analytique, mais que l'on a fait glisser l'un deux par rapport à l'autre le long de A et qu'on l'a fait tourner autour de cette génératrice. Répétée pour une infinité de génératrices, cette opération conduit, dans certains cas, à une *surface réglée applicable sur le plan; aucun morceau des surfaces ainsi obtenues n'est, en général, ni formé des tangentes à une courbe gauche, ni enveloppe d'un plan dépendant d'un paramètre.* Inversement, les tangentes d'une courbe gauche peuvent engendrer une surface non applicable sur le plan.

» Les surfaces précédentes sont réglées; pour arriver à des surfaces non réglées je prends une développable analytique et sur elle une courbe analytique C non géodésique. On sait qu'il existe une autre développable passant par C, telle que l'on puisse effectuer l'application sur le plan de ces deux développables de façon qu'à tout point de C, considéré comme appartenant à l'une ou à l'autre de ces deux surfaces, corresponde le même point du plan. La courbe C divise la première développable en deux morceaux A, B; la seconde en deux morceaux A', B'.

» Deux des quatre surfaces (A, A'), (A, B'), (B, A'), (B, B') sont applicables sur le plan sans déchirures, ni duplicatures, ou plutôt sont telles que l'on peut en détacher un morceau fini jouissant de cette propriété et comprenant un arc de C. C est alors une ligne singulière; comme précédemment on peut passer de cette singularité unique à des singularités en nombre infini et l'on arrive ainsi à des *surfaces applicables sur le plan et ne contenant aucun segment de droite.*

» Si, en particulier, la surface (A, B) est un cône de révolution et les courbes C successives des parallèles, on pourra obtenir des surfaces de révolution dont la méridienne ne contient aucun segment de droite. En général, *si* $y = f(x)$ *est une courbe à variation limitée dont la variation totale de* x_0 *à* x_1 *est* $K|x_0 - x_1|$, K *étant une constante, la surface engendrée par cette courbe en tournant autour de* Oy *est applicable sur le plan.*

» Ces exemples prouvent que le théorème d'Ossian Bonnet ne résout pas complètement la question suivante : Trouver toutes les surfaces applicables sur le plan.

» Pour prévoir ce résultat, il suffisait d'ailleurs de remarquer combien la forme des surfaces physiquement applicables sur le plan, comme celles que l'on obtient en froissant une feuille de papier, diffère de la forme des surfaces développables. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le calcul des intégrales des équations différentielles par la méthode de Cauchy-Lipchitz*. Note de M. **Paul Painlevé**, présentée par M. Picard.

« Dans une Note des *Comptes rendus* (5 juin 1899), M. Picard s'est appuyé sur cette remarquable propriété que possède la méthode de Cauchy-Lipchitz, de définir la solution d'un système différentiel (correspondant à des conditions initiales données) *dans tout l'intervalle* (*réel*) *où la solution est continue et déterminée d'une façon unique par les conditions initiales*.

» Dans le cours que j'ai professé au Collège de France (1896-1897), cours qui n'a jamais été publié, j'ai établi cette même propriété, et je m'en suis servi pour étudier le mouvement d'un système matériel dans l'intervalle de temps *le plus grand possible*, avec le minimum de restrictions relatives à la continuité. Je voudrais résumer, dans cette Note, les propositions générales très simples et les principales applications que j'ai développées à cette époque.

» Soient t la variable indépendante, $x, y, \ldots, u$ les $(n-1)$ fonctions réelles de t qui vérifient le système

$$(\mathrm{S}) \quad \frac{dx}{dt}=f_1(t, x, y, \ldots, u, v), \quad \ldots, \quad \frac{du}{dt}=f_{n-1}(t, x, y, \ldots, u, v),$$

où v désigne une $(n+1)^{\text{ième}}$ variable liée à $t, x, y, \ldots, u$ par la relation donnée

$$(1) \qquad \mathrm{F}(t, x, y, \ldots, u, v)=0.$$

Il nous est loisible de compléter (S) par une $n^{\text{ième}}$ équation [compatible avec (1)],

$$(s) \qquad \frac{dv}{dt}=f_n(t, x, y, \ldots, u, v).$$

» Regardons $t, x, y, \ldots, v$ comme les coordonnées d'un point P de l'espace E_{n+1} à $(n+1)$ dimensions; la relation (1) définit alors une surface [à $(n+1)$ dimensions] de E_{n+1}, et toute solution $x(t), \ldots, v(t)$ de (S) définit une courbe Γ (à une dimension) de E_{n+1}. J'admets qu'en tout point P de la surface (1) (*sauf en des points exceptionnels*), les dérivées $\frac{\partial F}{\partial x}, \ldots, \frac{\partial F}{\partial v}$ sont continues et ne sont pas toutes nulles. Soit, par exemple, $\frac{\partial F}{\partial v} \neq 0$ en P_0; on regarde alors v et les f_i comme des fonctions de $x, y, \ldots, u$; si ces fonctions $f_i(t, x, y, \ldots, u, v) \equiv \varphi_i(t, x, y, \ldots, u)$ sont *bien définies et continues* pour $t = t_0$, $x = x_0, \ldots, u = u_0$, $(v = v_0)$, et dans le voisinage, ainsi que *leurs dérivées premières* (1), le point P_0 sera, par définition, un point *régulier* du système (S). Sinon, P_0 sera un point *singulier*.

» Nous dirons qu'une solution de (S) est *régulière* dans l'intervalle $t_1 t_2$ si, dans cet intervalle, les fonctions $x(t), \ldots, u(t), v(t)$ sont continues et représentent une courbe Γ qui ne passe par aucun point *singulier* P′ de (S). Appelons, dans ce cas, δ la *distance minima* des points de Γ et des points singuliers P′. Nous dirons que δ est *l'écart de singularité* de la solution considérée dans l'intervalle $t_1 t_2$. Enfin, nous dirons qu'on connaît la solution $x(t), \ldots, u(t), v(t)$ *avec une approximation* ε (dans l'intervalle $t_1 t_2$), si l'on connaît, pour chaque valeur de t (entre t_1 et t_2), une position approchée du point $x(t), \ldots, v(t)$, *distante de la position vraie de moins de* ε.

» Ceci étant, les propositions que j'ai démontrées s'énoncent ainsi :

» Théorème I. — *La méthode de Cauchy-Lipchitz, appliquée au système* (S), (s), *converge dans tout l'intervalle où la solution* $x(t), \ldots, v(t)$, *définie par les conditions initiales* $t_0, x_0, \ldots, v_0$, *est régulière.*

» Dans un intervalle plus grand, la solution de (S) cesse, en général, d'être continue ou d'être unique.

» Théorème II. — *La méthode de Cauchy-Lipchitz permet de développer* $x, y, \ldots, v$ *en séries de polynomes en* $t, t_0, x_0, \ldots, v_0$, *convergentes dans tout l'intervalle* $t_1 < t_0 < t_2$ *où la solution* $x(t), \ldots, v(t)$ *est régulière.*

» Il suffit, pour obtenir ces développements, de développer les f_i en série de polynomes réels en $t, x, \ldots, v$, et de remplacer (pour chaque

---

(1) Il suffit d'admettre que, dans le voisinage de P_0, on a :

$$|\varphi_i(t, x, y, \ldots, u) - \varphi_i(t, x_1, y_1, \ldots, u_1)| \leqq k_1 |x - x_1| + \ldots + k_{n-1} |u - u_1|,$$

les k désignant des constantes numériques.

approximation de Cauchy) les f_i par les q premiers termes de ces développements (q tendant vers l'infini).

» Théorème III. — *Soient* Δ *et* ε *deux quantités positives prises à l'avance aussi petites que l'on veut* ($\Delta \geqq \varepsilon$), *et* $t_0, x_0, \ldots, v_0$ *des conditions initiales données,* t_1 *une valeur quelconque de* t. *Après un nombre* MAJ *fini d'opérations (dont il est facile de fixer le maximum à l'avance), on peut calculer la solution de* S *entre* t_0, t_1 *avec l'approximation* ε, *ou bien affirmer que l'écart de singularité de la solution (dans l'intervalle* $t_0 t_1$) *est moindre que* Δ (1).

» Par exemple, pour *le problème des n corps,* la méthode de Cauchy-Lipchitz permet de calculer, avec l'approximation ε, les positions des n corps entre t_0 et t_1, ou d'affirmer que dans cet intervalle de temps l'écart minimum de deux astres est moindre que Δ.

» Quand les fonctions f_i sont *analytiques,* des résultats analogues peuvent s'obtenir soit par le prolongement analytique, soit par une méthode bien connue de M. Poincaré qui introduit un paramètre auxiliaire, soit enfin par les nouveaux développements si élégants de M. Mittag-Leffler. Mais si l'on veut notamment traiter le problème III, il sera indispensable (à moins de découvertes entièrement nouvelles) de calculer approximativement la somme des séries employées non seulement pour l'instant final, mais pour les instants intermédiaires. En sorte qu'au point de vue pratique ces méthodes exigeront, en outre de dérivations successives extrêmement pénibles, des calculs analogues aux calculs de la méthode de Cauchy-Lipchitz.

» De plus, grâce à sa *plasticité,* la méthode de Cauchy-Lipchitz peut être combinée avec toute autre méthode d'approximations. Par exemple, si l'on veut traiter la question III *pour le problème des n corps,* on décompose l'intervalle $t_0 t_1$ en intervalles assez petits pour que, dans chacun d'eux, les séries *trigonométriques* classiques soient *bien convergentes,* et l'emploi *répété* de ces séries fournit un moyen vraiment pratique de résoudre la question III pour des durées $t_0 t_1$ séculaires.

» Supposons enfin que les équations (S) définissent le mouvement d'un système matériel quelconque : s'il n'existe pas de position *singulière* du système à distance finie et si l'égalité des forces vives montre que la force vive du système reste *finie* pour t fini, la méthode de Cauchy-Lipchitz

(1) Il suffit que les conditions initiales soient connues non pas exactement mais avec une approximation η, η étant moindre que ε, par exemple égale à $\frac{\varepsilon}{2}$.

détermine le mouvement du système *quel que soit t* et permet de le représenter par des séries, qui convergent quel que soit t. Cette remarque s'applique à des classes extrêmement nombreuses de problèmes de la Dynamique. »

ÉLECTRICITÉ. — *Comparaison des vitesses de propagation des ondes électromagnétiques dans l'air et le long des fils* (¹). Note de M. **C. Gutton**, présentée par M. Poincaré.

« Les expériences de MM. Sarasin et de la Rive ont établi que les ondes électromagnétiques se propagent dans l'air et le long des fils avec la même vitesse. Ces physiciens ont fait successivement agir sur un résonateur des ondes le long d'un fil et des ondes qui se propagent dans l'air; ils ont montré que, dans les deux cas, la longueur d'onde du résonateur est la même. Dans ces expériences, une longueur d'onde de 6^m était mesurée à moins de $0^m,15$ près.

» En utilisant la grande sensibilité des tubes Branly, j'ai fait des expériences, basées sur un principe différent et permettant de comparer les vitesses de propagation sans employer de résonateur et sans mesurer de longueur d'ondes.

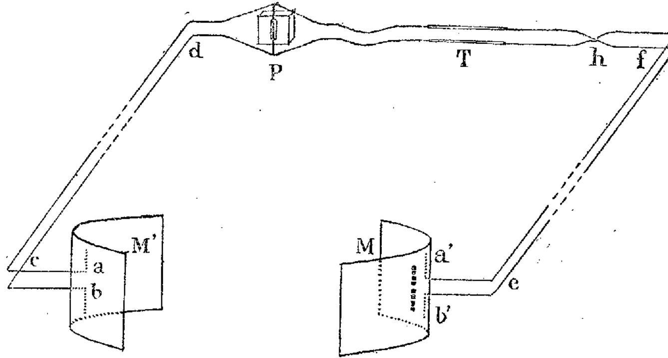
» Deux systèmes d'ondes partent simultanément d'un excitateur, l'un se propage constamment le long de fils de cuivre, tandis que l'autre effectue dans l'air une partie de son trajet.

» Ces deux systèmes d'ondes arrivent à un même tube Branly, disposé de telle sorte que, si les ondes l'atteignent en même temps, leurs actions se retranchent. Je règle la longueur des chemins parcourus par les ondes de façon à ne plus observer d'action sur le tube Branly; les deux systèmes d'ondes mettent alors le même temps pour aller de l'excitateur au tube. Ayant ensuite supprimé la plus grande longueur du trajet que parcourt dans l'air l'un des deux systèmes d'ondes, je la remplace par une longueur égale de fils rectilignes et je cherche si les ondes arrivent encore en même temps au tube Branly.

» Voici la disposition expérimentale que j'ai employée : un excitateur rectiligne formé de deux tiges de laiton de 3^{cm} de longueur et de $0^{cm},6$ de diamètre donne des ondes de $0^m,17$ de longueur. L'étincelle principale

(¹) Travail fait au laboratoire de Physique de la Faculté des Sciences de Nancy.

jaillit entre ces deux tiges dans de l'huile de vaseline. L'excitateur, comme ceux de Righi, est chargé par deux étincelles d'accès qui éclatent dans l'air; elles sont produites par une petite bobine dont on manœuvre à la main l'interrupteur à mercure. Cet excitateur est placé sur la ligne focale d'un miroir parabolique M de $0^m,07$ de distance focale, $0^m,55$ de hauteur



et $0^m,27$ de profondeur. Les ondes sont concentrées par un second miroir M', identique au premier, sur deux fils de cuivre *a* et *b* de 8^{cm} de longueur placés sur la ligne focale. Les extrémités en regard de ces fils sont reliées à deux fils de cuivre parallèles, de $0^{cm},11$ de diamètre, tendus l'un au-dessus de l'autre à 1^{cm} de distance; ces fils traversent le miroir et conduisent les ondes jusqu'à un pont P ayant 8^{cm} de longueur.

» D'autre part, un second système d'ondes est reçu par deux fils *a'* et *b'*, disposés parallèlement à l'excitateur dans le premier miroir. Ces ondes se propagent le long de la ligne *ef*P jusqu'au pont P commun aux deux lignes. Afin de pouvoir allonger ou raccourcir à volonté cette seconde ligne, j'ai intercalé sur chacun de ses fils un tube de laiton T de 35^{cm} de long et une tige de cuivre de $0^{cm},18$ de diamètre, qui glisse à frottement dans ce tube; je fais varier la longueur de la ligne en tirant plus ou moins la tige hors du tube. Les deux fils sont croisés en un point *h*, ce qui renverse le sens suivant lequel les ondes traversent le pont. Si les ondes, parties simultanément de l'excitateur par chacune des branches de l'appareil, mettent le même temps pour arriver au pont, elles traversent celui-ci simultanément et en sens inverse. La longueur du trajet entre l'excitateur et le pont était d'environ $9^m,40$.

» Le tube Branly est un tube de verre de $3^{cm},5$ de long et de $1^{cm},4$ de

diamètre, rempli de vis de fer (¹) pesant chacune $0^{gr},07$. L'une de ses extrémités communique avec l'un des pôles d'une pile, l'autre extrémité est reliée à une lame de cuivre de 5^{cm} de long et de 1^{cm} de large, puis à l'autre pôle de la pile. Un galvanomètre est intercalé dans le circuit. Les ondes n'agissent pas directement sur le tube Branly, mais sur la lame de cuivre reliée à celui-ci; cette lame est enfermée avec le tube dans une boîte en zinc représentée sur la figure; l'une des faces de cette boîte est très près du pont et porte une fente parallèle à ce dernier; la lame de cuivre se trouve immédiatement derrière cette fente. On règle la sensibilité du récepteur en faisant varier la largeur de la fente. Le galvanomètre et la pile sont contenus eux-mêmes dans une boîte en zinc, percée seulement d'une petite ouverture qui permet d'observer les déviations du miroir du galvanomètre. Un tuyau de plomb réunit les deux boîtes et contient les fils par lesquels le tube Branly communique avec la pile et le galvanomètre.

» Lorsque les deux systèmes d'ondes arrivent en même temps au pont, ils produisent sur le récepteur des actions inverses; si la sensibilité est convenablement réglée le galvanomètre ne dévie pas lorsqu'on fait jaillir une étincelle à l'excitateur.

» La distance entre les lignes focales des deux miroirs étant de $5^{m},40$, je provoque une étincelle à l'excitateur, j'observe la déviation du galvanomètre, puis je ramène le tube Branly à son état primitif en frappant sur la boîte qui le contient. Je fais ensuite varier la longueur de la ligne *ef* P, jusqu'à ce que le galvanomètre ne dévie plus lorsqu'on produit une étincelle. Les deux systèmes d'ondes mettent alors le même temps pour arriver jusqu'au pont.

» Je diminue, ensuite, le trajet parcouru dans l'air par l'un des systèmes d'ondes en rapprochant de 4^{m} le miroir M′ du miroir M. D'autre part, j'ajoute 4^{m} de fil à la ligne *cd* qui recueille les ondes dans le miroir M′; je remplace ainsi les 4^{m} de trajet dans l'air par une longueur égale de fils de cuivre. Je cherche, de nouveau, la longueur de l'autre ligne pour laquelle les ondes arrivent en même temps au pont; cette longueur est la même que dans la première expérience. Des distances égales, dans l'air ou le long d'une ligne de deux fils parallèles, sont donc parcourues dans le même temps.

» Dans les deux expériences, la longueur de la ligne *ef* P pour laquelle

---

(¹) DRUDE, *Wied. Ann.*, t. LXV, p. 481; 1898.

les ondes arrivent à la fois au pont était déterminée à moins de 2^{cm} près; la longueur parcourue d'abord dans l'air, puis le long des fils étant de 4^{m}, l'égalité des vitesses de propagation est vérifiée à moins de $\frac{1}{200}$ près. »

ÉLECTRICITÉ. — *Actions électrolytiques observées dans le voisinage d'un tube de Crookes.* Note de MM. **H. Bordier** et **Salvador**, présentée par M. d'Arsonval.

« Les recherches que nous avons entreprises, et dont nous faisons connaître aujourd'hui les premiers résultats, ont eu pour but de fournir une explication scientifique des accidents cutanés produits dans certaines conditions par les rayons X.

» Nous nous sommes demandé si l'on ne pourrait pas invoquer, pour une certaine part, des actions électrolytiques provenant d'une décharge dérivée, à partir des électrodes du tube de Crookes, et se fermant sur la surface exposée aux rayons X, lorsque celle-ci est assez rapprochée.

» Cette décharge dérivée et obscure provient évidemment des ondes induites de fermeture et de rupture de la bobine, mais, à cause de la beaucoup plus grande force électromotrice des ondes de rupture, il est permis de penser que la décharge extérieure au tube, et qui se ferme par déviation sur la surface conductrice voisine, est seulement due à ces ondes induites de rupture. Il résulterait de cette conception que le sens du courant électrique, qui correspond à cette décharge dérivée, serait constant et irait à l'extérieur du tube de l'anode vers la cathode.

» Pour savoir si cette hypothèse était fondée et si des actions électrolytiques prennent naissance sous l'influence de cette décharge obscure, nous avons placé, près du tube de Crookes, une solution d'un sel métallique dans laquelle plongeaient deux lames du métal du sel (sulfate de cuivre et cuivre, sulfate de zinc et zinc). Le tube de Crookes était disposé au-dessus de l'électrolyte, de façon que les lames, coudées à angle droit, se trouvent vis-à-vis des électrodes du tube.

» Lorsque le courant de la bobine avait passé un certain temps, les deux lames de l'électrolyte étaient réunies aux bornes d'un galvanomètre.

» Voici quelques résultats expérimentaux :

» Dans une première série, nous avons pris une solution saturée de sulfate de cuivre pur dans l'eau distillée où plongeaient deux lames de

cuivre rouge; la partie horizontale de celles-ci avait $0^m,08$ de longueur sur $0^m,05$ de largeur; la distance entre les parties verticales des lames était de $0^m,10$. Enfin, chaque lame de cuivre était à $0^m,15$ des électrodes du tube de Crookes; ce dernier était orienté de manière que le faisceau de rayons X fût dirigé vers l'électrolyte.

» Avant le passage du courant excitateur, les lames réunies aux bornes de la boussole de Wiedemann-d'Arsonval ne donnaient aucune déviation du miroir.

» Dans ces conditions, si l'on fait passer le courant de la bobine dans le tube, on constate, après quelques minutes, que l'image du miroir sur la règle graduée se déplace un peu au moment où l'on ferme le circuit de l'électrolyte sur le galvanomètre; cette élongation va en augmentant avec le temps et dans nos expériences elle atteignait 90^{mm} après vingt minutes. Si l'on examine le sens de la déviation du galvanomètre, on trouve que le courant est dirigé dans le circuit extérieur à l'électrolyte, de la lame placée en face de l'anode du tube vers l'autre lame.

» Il y a donc formation d'une force électromotrice de polarisation dans l'électrolyte et le sens du courant ainsi produit vient confirmer l'hypothèse émise précédemment.

» Pour savoir si la polarisation des électrodes de l'électrolyte était due aux rayons X, nous avons fait une autre série d'expériences en disposant l'ampoule de Crookes en sens inverse, c'est-à-dire en l'orientant de manière que le faisceau de rayons X soit dirigé de bas en haut et qu'aucun rayon ne rencontre l'électrolyte. Les autres conditions restant d'ailleurs les mêmes, nous avons constaté que l'élongation galvanométrique avait la même valeur après le même temps d'exposition de l'électrolyte.

» Des résultats identiques ont été obtenus avec une solution de sulfate de zinc pur et des lames de zinc.

» Nous avons, en outre, cherché à voir si les actions électrolytiques ainsi produites dans le voisinage d'un tube de Crookes variaient : 1° avec la distance du tube à l'électrolyte, 2° avec la résistance intérieure du tube. Voici nos résultats :

» 1° *Influence de la distance du tube à l'électrolyte.* — En faisant passer le courant de la bobine d'induction pendant le même temps (vingt minutes) dans le tube de Crookes, nous avons trouvé les valeurs suivantes pour l'élongation galvanométrique ;

Distances du tube.	Élongations.
5^cm	90^cm
8	72
10	60
15	51
20	23
30	0

» A mesure que la distance de l'ampoule à l'électrolyte augmente, l'action électrolytique va en diminuant pour devenir nulle à 30^{cm}, du moins dans le cas particulier où nous nous sommes placés.

» Ce résultat vient à l'appui de notre conception première.

» 2° *Influence de la résistance intérieure du tube de Crookes.* — Nous avons placé la cuve électrolytique successivement en dessous de deux tubes de Crookes également excités, mais dont l'un était devenu *dur* à la suite d'un long service et dont l'autre, peu résistant, avait, au contraire, un grand rendement en rayons X. Après vingt minutes d'exposition de l'électrolyte, nous avons noté les élongations suivantes :

	Élongations.
Tube résistant....................	73^{mm}
Tube peu résistant..............	20^{mm}

» C'est encore là une confirmation de l'hypothèse relative à la décharge dérivée et due aux seules ondes induites de rupture; l'action électrolytique est plus accusée lorsque la résistance intérieure du tube est plus grande.

» La conclusion qui se dégage des expériences précédentes est la suivante : des phénomènes électrolytiques prennent naissance dans un électrolyte dont les électrodes sont situées dans le voisinage d'une ampoule de Crookes en activité. La polarisation des électrodes n'est pas due à l'action des rayons X, mais à la décharge obscure dérivée à partir de l'anode et de la cathode de l'ampoule; celle-ci équivaut à un courant constant de haute pression, mais de faible intensité, qui se formerait à travers l'électrolyte voisin. »

MAGNÉTISME. — *Sur les aciers à aimants* (1). Note de M. F. **Osmond**, présentée par M. Troost.

« La condition suffisante et nécessaire pour qu'un acier fondu puisse fournir un aimant permanent utilisable est que les points de transformation

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie générale de la Sorbonne.

en soient amenés ou placés au-dessous de 350° environ et au-dessus de la température la plus basse à laquelle le métal sera soumis.

» Cette condition peut être réalisée de deux manières : 1° par la trempe pour les aciers à base de carbone; 2° par l'addition, en proportions convenables, de certains corps étrangers (Mn, Ni, Cr, Tu) qui, par eux-mêmes ou par leur action sur le carbone, abaissent suffisamment, pendant le refroidissement lent à partir d'une température suffisante, les points de transformation du fer.

» Les aciers à aimants qui doivent leurs propriétés à la trempe ont fait le sujet d'un travail étendu et très bien conduit de Mme Curie ([1]).

» Les aciers du second groupe ont été moins étudiés. Ils sont représentés dans le Mémoire de Mme Curie par un type à 7,70 de tungstène; mais ce groupe comprend aussi les aciers de 10 à 25 environ de nickel, de 3,5 à 7,5 environ de manganèse, de 5 à 15 environ de chrome, en un mot tous les aciers qui prennent spontanément des propriétés analogues à celles des aciers trempés et que, pour cette raison, on appelle en anglais *self-hardening*, expression dont l'équivalent français serait à peu près *quasi trempés*. Comme les aciers trempés, les aciers *quasi trempés* possèdent, en général, un état dur et un état doux : ils prennent leur état dur quand on les laisse refroidir à partir d'une température supérieure à leurs points de transformation pendant le chauffage, et on les adoucit en les faisant *revenir* au-dessous de ces points de transformation.

» L'étude d'un tel métal comporterait donc la double recherche du traitement qui donne les meilleures qualités magnétiques et de celui qui permet le travail mécanique d'ajustage. Mais les procédés d'adoucissement sont déjà connus et c'est surtout le traitement pour aimants qui reste à déterminer.

» Les échantillons examinés, empruntés aux collections de M. Hadfield, avaient respectivement les compositions et les dimensions indiquées dans le Tableau suivant :

	C.	Mn.	Ni.	Poids.	Longueur.
				gr	mm
1.......	0,23	0,93	15,48	10,670	36,7
2.......	0,19	0,93	19,64	11,285	38,5
3.......	0,16	1,00	24,51	12,345	37,6
4.......	0,45	4,00		11,135	39,2
5.......	0,32	5,67		11,754	39,2
6.......	0,46	7,80		11,616	39,6

([1]) *Bulletin de la Société d'Encouragement*, janvier 1898.

» Chacun de ces échantillons a été amené à son état dur par recuit au-dessus des points de transformation et refroidissement à température convenable, puis soumis à une série de revenus à des températures croissantes. Après chaque opération et retour à la température ordinaire, la barrette était tâtée à la lime, aimantée sur un électro-aimant traversé par un courant de $5^{amp},5$ et présentée, en position constante, devant un magnétomètre à réflexion.

» Les résultats des essais magnétiques sont réunis ci-dessous.

» Les colonnes des t indiquent, dans l'ordre suivi, les températures de chauffage successives; les chiffres inscrits dans les colonnes d et d' sont les déviations brutes lues sur l'échelle, placée à un mètre en avant du magnétomètre, immédiatement après l'aimantation et après quinze minutes de repos.

Aciers nickel.

15,48 de Ni.			19,64 de Ni.			24,51 de Ni.		
t.	*d.*	*d'.*	*t.*	*d.*	*d'.*	*t.*	*d.*	*d'.*
837	132,0	118,5	837	121,0	106,0	842	112,0	110,7
770	141,0	126,5	770	126,6	114,5	723	124,6	123,0
710	146,0	127,9	710	131,5	118,4	158	115,1	114,8
634	155,9		634	169,0		295	92,8	92,1
105	154,8	152,0	105	168,0	163,7	399	62,9	62,9
214	139,3	138,9	214	150,9	150,0	454	61,8	61,2
303	123,7	123,3	303	132,3	132,5	513	79,9	79,4
370	98,1	98,0	370	104,9	104,9	585	152,7	151,1
415	78,0	78,0	415	82,9	82,9	648	152,0	151,0
475	64,0	64,0	475	72,1	72,1			
514	64,8	64,5	514	78,4	78,0			
565	149,0	136,0	565	181,0	171,0			
603	164,0	149,8	603	175,0	165,5			

Aciers manganèse.

4,00 de Mn.			5,67 de Mn.			7,80 de Mn.		
t.	*d.*	*d'.*	*t.*	*d.*	*d'.*	*t.*	*d.*	*d'.*
755	161,8	142,2	755	148,7	148,1	750	1,2	
−190	182,9	166,1	125	138,0	136,0	−190	151,9	144,0
125	164,3	162,5	355	135,0	123,2	157	163,2	163,2
355	70,3	69,1	594	165,0	153,5	315	177,0	176,4
594	95,5	93,5				479	182,9	182,0
						618	217,5	214,8
						−190	234,9	230,4
						594	205,9	205,9
						−190	210,0	209,4
						534	204,8	204,0

» Comme terme de comparaison, une barrette similaire en acier de qualité usuelle pour aimants

(0,71 de C, 0,73 de Mn, 3,47 de Tu; poids = $11^{gr},612$; longueur = $39^{mm},5$), trempée au rouge cerise dans l'eau, a donné une déviation de $197^{mm},1$, réduite à $191^{mm},0$ après quinze minutes.

» Parmi les nouveaux aciers étudiés, plusieurs se rapprochent de ce type et un d'eux le dépasse, du moins dans les conditions des essais.

» Les aciers au nickel et l'acier à 4,00 de Mn présentent un minimum de magnétisme rémanent qui coïncide pratiquement avec le minimum de dureté. Pour un de ces métaux, la formule de préparation sera donc la suivante : 1° *faire revenir*, après forgeage, un peu au-dessous des points de transformation; 2° ajuster; 3° recuire juste au-dessus des points de transformation pour obtenir le maximum d'intensité magnétique; 4° *faire revenir* vers 100° pour rendre l'aimantation plus stable.

» L'acier à 5,67 de Mn présente cette particularité que le minimum d'intensité magnétique est peu marqué : à l'état doux, cet acier donne encore des aimants passables.

» L'acier à 7,80 de Mn, refroidi deux fois dans l'air liquide et *revenu* au rouge très sombre après chaque refroidissement, fournit des aimants remarquables; mais on ne peut pas l'adoucir notablement.

» L'intérêt de ces aciers *quasi trempés* pour la fabrication des aimants tient à cette double circonstance, que la trempe est évitée et que les propriétés magnétiques sont constantes dans toute la masse. Ces propriétés mériteraient l'attention des physiciens. »

CHIMIE. — *Recherches sur les vapeurs qu'émettent les deux variétés d'iodure mercurique.* Note de M. D. GERNEZ, présentée par M. Duclaux.

« On sait depuis longtemps que l'iodure mercurique a deux formes cristallines distinctes : l'une quadratique rouge, stable aux basses températures; l'autre orthorhombique jaune, stable aux températures élevées. Les cristaux jaunes deviennent rouges avec un dégagement de chaleur de 3 calories pour un poids HgI^2, d'après les mesures de M. Berthelot.

» Qu'advient-il de ces cristaux quand ils se vaporisent ? La question a été posée notamment à l'occasion d'idées émises sur la manière dont il faudrait envisager la constitution qu'ont, à l'état de vapeur, les molécules des corps cristallisés. M. Wyrouboff [1] a rappelé à ce sujet une expérience

(1) *Bulletin de la Société chimique*, 3e série, t. IX, p. 291; 29 avril 1893.

dans laquelle Frankenheim chauffait sur une plaque de verre les deux variétés rouge et jaune, à une température inférieure à celle où les cristaux rouges seraient devenus jaunes; il recevait les vapeurs émises par les cristaux sur une lame de verre très voisine de la première, et observait qu'il s'y déposait à la fois les deux espèces de cristaux. On a conclu de cette expérience que chaque variété avait conservé son individualité à l'état de vapeur et donné, en se condensant, des cristaux de la forme initiale. M. Berthelot (1) a fait remarquer plus tard que l'expérience ne comporte pas cette conclusion. Je me suis proposé d'étudier systématiquement la vaporisation des deux variétés solides d'iodure de mercure aux diverses températures.

» Ce corps, qui fond vers 254° et bout sous la pression atmosphérique entre 340° et 360°, a une tension de vapeur très faible même à 150°; sa vaporisation dans l'air est extrêmement lente, elle est incomparablement plus rapide dans le vide; il y a donc économie de temps à opérer dans un gaz aussi raréfié que possible. On évite en même temps l'entraînement de particules solides par les courants gazeux qui se produisent nécessairement dans un milieu où deux régions sont à des températures très différentes.

» J'ai employé un dispositif qui permet d'étudier la vaporisation de l'iodure mercurique aux diverses températures et de recevoir les vapeurs produites sur une surface intérieure plus froide. C'est une sorte d'appareil chaud et froid dont on trouvera ailleurs la description détaillée. Je dirai seulement ici que j'ai pris les dispositions les plus minutieuses pour empêcher les poussières cristallines d'arriver avant ou pendant l'expérience sur le *tube froid*.

» 1. *Vaporisation des cristaux d'iodure jaune.* — Lorsqu'on chauffe les cristaux à une température où la forme jaune est stable et que l'on amène le *tube froid* à une température supérieure à celle où les cristaux jaunes peuvent se produire, tout le monde est d'accord pour admettre qu'il se condense uniquement des cristaux jaunes, et c'est ce que j'ai constaté. En est-il de même lorsque les vapeurs émises par les cristaux jaunes à une température supérieure à celle de la transformation se condensent sur un corps assez froid pour que les cristaux rouges y persistent? Des expériences faites à diverses températures, 135°, 143° et jusqu'à 170°, montrent que les vapeurs condensées sur le tube froid, même lorsque la température n'est que de 15°, y forment encore une couche de cristaux uniformément jaunes.

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. III, p. 432; novembre 1894.

D'où il suit que les vapeurs émises par les cristaux jaunes, à toutes températures, donnent des cristaux jaunes orthorhombiques, quelle que soit la température des parois sur lesquelles elles se déposent.

» 2. *Vaporisation des cristaux d'iodure rouge.* — Le bain ambiant étant chauffé à 116°,5, température inférieure à celle où la transformation est possible, j'ai fait circuler dans le tube froid de l'eau à 80°; il s'est déposé sur sa surface, au bout de quelques minutes, une pellicule jaune qui s'est transformée peu à peu en cristaux orthorhombiques jaunes, isolés, très brillants, dont la longueur avait atteint 1^{mm} au bout d'une heure.

» D'autres appareils, chauffés à la même température, et dans lesquels circulait de l'eau à 55° et à 14°, ont donné, dès le début, des cristaux jaunes qui grossissaient d'autant plus vite que la température du tube froid était plus basse.

» Les cristaux rouges quadratiques émettent donc, à 116°,5, des vapeurs qui produisent exclusivement des cristaux jaunes orthorhombiques, quelque basse que soit la température du corps sur lequel elles se condensent.

» D'autres séries d'expériences, faites avec un bain ambiant chauffé à 110°, 100°, 80°, ont donné les mêmes résultats : l'allongement des cristaux jaunes était naturellement d'autant moins rapide qne la température du bain était plus basse.

» J'ai poursuivi cette étude en abaissant cette température à 54° et, pour diminuer la lenteur du phénomène, j'ai fait circuler dans le tube intérieur un courant d'eau glacée qui sortait de l'appareil à 5°. Comme dans les expériences ci-dessus, il s'est produit un dépôt d'iodure jaune plus pâle que les précédents. J'ai abaissé encore la température ambiante, une fois à 30°, une autre fois à 25°, pendant que je faisais circuler dans le tube froid un courant de chlorure de méthyle bouillant à — 24° et, après quelques heures, j'ai obtenu des dépôts très nets d'iodure jaune qui persistent depuis plus de trois mois dans les tubes où ils se sont formés (¹).

» On peut donc conclure de ces expériences que la vapeur émise par l'iodure de mercure rouge à toutes les températures, depuis celle où sa transformation en iodure jaune est possible, jusqu'à 25°, dépose spontanément et uniquement des cristaux jaunes, de la forme qui n'est stable qu'aux températures élevées.

(¹) Les cristaux jaunes produits à des températures élevées, dans des expériences prolongées pendant plusieurs heures, se transforment spontanément plus ou moins vite en cristaux rouges.

» Peut-on tirer de là une conséquence ferme sur la constitution de la molécule de vapeur émise par les deux variétés d'iodure mercurique? En aucune façon. On va en juger par les expériences suivantes :

» Reprenons une quelconque des opérations précédentes. Avant de mettre le tube froid en place, exerçons une friction légère sur une moitié de sa surface avec des cristaux rouges et sur l'autre moitié avec des cristaux jaunes, puis ajustons l'appareil et mettons-le dans le bain à une température quelconque. Nous verrons bientôt des cristaux rouges se montrer et s'allonger sur les parcelles jusque-là invisibles laissées par les cristaux rouges, tandis que sur l'autre moitié apparaîtront et grossiront des cristaux jaunes. Le résultat sera le même, quelle que soit la forme des cristaux d'iodure mercurique qui émettent les vapeurs.

» Ces expériences, que l'on peut varier de bien des façons, montrent que la vapeur d'iodure mercurique, quelle qu'en soit l'origine, peut contribuer à faire, dans les mêmes conditions de température, l'une ou l'autre des deux formes suivant la nature de l'amorce cristalline qu'elle rencontre. Elle est dans des conditions analogues à celles que j'ai signalées pour le soufre surfondu, où l'on peut obtenir trois variétés cristallines suivant la forme des poussières cristallines qu'on y introduit, ou bien encore de la solution sursaturée de chlorate de soude, où l'on peut obtenir à volonté des cristaux droits ou gauches, jusqu'à épuisement de la solution.

» Je me propose d'indiquer prochainement quelques conséquences de ces recherches. »

THERMOCHIMIE. — *Remarques sur les oxydes du sodium et sur la fonction chimique de l'eau comparée à celle de l'hydrogène sulfuré*. Note de M. DE FORCRAND.

« J'ai publié récemment le résumé d'expériences qui auraient pour résultat d'attribuer à la chaleur de formation de Na^2O la valeur $+92,035$ (en partant de la donnée de Thomsen $Na + Aq = +43,45$) ou $+89,935$ (en adoptant le nombre de M. Joannis $Na + Aq = +42,40$); la moyenne serait $+90,985$, au lieu du nombre $+100,9$ admis généralement, ou des nombres $+101,134$ ou $+99,034$ calculés d'après les données de M. Beketoff. Plusieurs conséquences assez importantes se dégagent de ce résultat :

» 1° Ce sont les nombres $92,035$ ou $+89,935$ que l'on doit comparer

à la chaleur d'oxydation du potassium $+97,80$ et $+92,00$. Les différences sont de $+5,765$ ou $+2,065$ en faveur du potassium, ce qui redevient normal. J'admets provisoirement la donnée de M. Beketoff $+67,40$ pour la dissolution de K^2O.

» 2° Il me paraît n'y avoir plus de raisons pour rejeter les expériences très soignées de M. Joannis sur la chaleur de dissolution de Na et de K, lesquelles laissent maintenant à la différence $(K^2+O)-(Na^2+O)$ un signe et une valeur conformes aux analogies. Je ne serais donc pas éloigné d'admettre définitivement $Na + Aq = +42,40$ et, par suite,

$$Na^2 + O = +89,935.$$

C'est ce que je ferai dans les raisonnements qui vont suivre, évitant ainsi de donner toujours deux nombres.

» 3° On peut dresser le Tableau suivant des chaleurs d'oxydation du sodium : Na^3 sol. + O gaz = Na^3O sol. $+98,42$, soit :

$Na^2 + O^{\frac{2}{3}}$	$+65,62$
$Na^2 + O$	$+89,935$
$Na^2 + O^2$	$+117,69$

» 4° La différence $89,935 - 65,62$ (passage du sous-oxyde au protoxyde) est maintenant de $24^{Cal},315$, c'est-à-dire un peu plus petite que la moitié de $65^{Cal},62$, ce qui est plus conforme aux analogies. Il en résulte que l'existence de Na^3O est prouvée thermiquement. La chaleur de suroxydation du protoxyde $117,69-89,935$ est de $+27^{Cal},755$, sensiblement plus grande que celle admise précédemment.

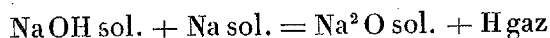
» 5° La chaleur d'hydratation de Na^2O, avec formation de 2NaOH,



$$Na^2O \text{ sol.} + H^2O \text{ liq.} = 2NaOH \text{ sol.},$$

est de $+44^{Cal},305$ et, à partir de H^2O solide, $+42^{Cal},875$ au lieu des nombres $+35,44$ et $+34,02$ qu'on donne habituellement.

» 6° Puisque la chaleur de formation de NaOH à partir des éléments est de $+101^{Cal},62$ (M. Joannis), et celle de Na^2O de $+89^{Cal},935$, on voit que la réaction



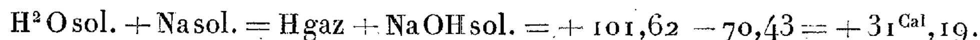
$$NaOH \text{ sol.} + Na \text{ sol.} = Na^2O \text{ sol.} + H \text{ gaz}$$

absorberait $11^{Cal},635$. C'est donc la réaction inverse qui se produira, avec un dégagement de chaleur égal. M. Beketoff a d'ailleurs montré, dans une de ces belles expériences, qu'il en était ainsi; l'hydrogène réduit Na^2O,

mais le dégagement de chaleur est beaucoup plus considérable qu'il ne le pensait (+11,685 au lieu de +1,54 à +2,59).

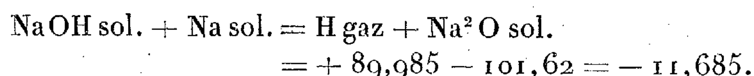
» 7° Enfin le résultat que j'ai obtenu permet de calculer, avec plus de précision qu'on ne l'avait fait jusqu'ici, la valeur thermique de la fonction acide de l'eau, et de la comparer avec la valeur thermique de la fonction de l'acide sulfhydrique.

» On a, en effet, pour le premier atome d'hydrogène de l'eau, remplacé par Na :



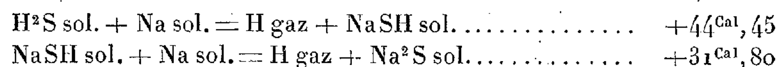
$$H^2O \text{ sol.} + Na \text{ sol.} = H \text{ gaz} + NaOH \text{ sol.} = +101,62 - 70,43 = +31^{Cal},19.$$

et, pour le second :



$$NaOH \text{ sol.} + Na \text{ sol.} = H \text{ gaz} + Na^2O \text{ sol.}$$
$$= +89,985 - 101,62 = -11,685.$$

La différence entre les deux nombres est de $+42^{Cal},875$. Elle est énorme. D'autre part, des données connues, pour la plupart empruntées à M. Sabatier, permettent de calculer [1] les mêmes réactions pour H^2S :



H^2S sol. + Na sol. = H gaz + NaSH sol.	$+44^{Cal},45$
NaSH sol. + Na sol. = H gaz + Na^2S sol.	$+31^{Cal},80$

Ici la différence n'est plus que de +12,65. La moyenne serait +38,12, c'est-à-dire la valeur même de la fonction phénolique. En présence de ces deux différences : +42,875 et +12,65, on ne peut éviter de faire la remarque suivante :

» Lorsqu'on fait agir successivement plusieurs atomes de sodium sur les hydrogènes d'un composé symétrique (polyalcool, polyacide, polyphénol), on observe *toujours* que la première substitution dégage plus que la seconde, et celle-ci plus de chaleur encore que la troisième. C'est la valeur moyenne qu'il faut prendre pour caractéristique du corps, ou bien encore la seconde valeur lorsqu'il y a trois substitutions, et je crois avoir donné la raison de ce phénomène. Les différences que l'on observe, de l'une à l'autre, sont très variables, mais toujours comprises entre 0 et 12 ou 15 calories. Si, d'ailleurs, elles sont réellement dues à des combinaisons intramoléculaires qui, successivement, se forment et se détruisent, il ne semble pas que ces

(1) J'ai admis $+6^{Cal}$ pour la chaleur de solidification de H^2S gaz, dans ce calcul. J'ai, d'ailleurs, fait voir que cette évaluation paraissait assez exacte (*Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 1153).

combinaisons puissent dégager beaucoup plus de $\frac{12}{2}$ calories, par analogie avec ce que nous savons des combinaisons moléculaires analogues (hydrates des sels, sels acides, etc.). Or le cas de H^2S rentre tout à fait dans ce type. Thermiquement, c'est un véritable *diphénol*. La pyrocatéchine ne se comporte pas autrement lorsqu'elle fournit pour ses deux fonctions les nombres successifs 43,61 et 33,08 (dont la différence atteint + 10,53, et la moyenne, + 38,34, nombre qui se confond avec celui que donne le phénol ordinaire, + 38,42).

» Dès lors, sa formule doit être écrite $S\langle^{H}_{H}$ pour marquer qu'il a deux fonctions égales.

» L'eau, au contraire, n'a pas une constitution symétrique. La différence + 42,875 est trop énorme pour admettre plus d'un hydrogène acide. L'autre ne l'est pas plus que les trois derniers atomes d'hydrogène de l'alcool méthylique $CH^3 - OH$, et la valeur thermique trouvée pour le premier + 31,19 se confond précisément avec celle que donnent les alcools.

» La formule de l'eau est donc bien $H - OH$ et non pas $O\langle^{H}_{H}$, et à cet égard c'est un composé tout à fait différent de l'hydrogène sulfuré.

» Je crois que mes expériences, en augmentant beaucoup la différence d'acidité des deux hydrogènes de l'eau, donnent de cette proposition, conforme d'ailleurs aux idées admises, une démonstration rigoureuse. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la décomposition de l'oxyde de carbone en présence des oxydes métalliques* (¹). Note de M. O. **Boudouard**, présentée par M. Troost.

« J'ai indiqué précédemment les résultats auxquels j'étais arrivé en étudiant la décomposition de l'oxyde de carbone en présence des oxydes métalliques aux températures de 445° et de 650° (²); j'ai continué ces recherches à 800°.

» J'ai dû modifier le dispositif expérimental employé dans les expériences antérieures, et remplacer le verre par la porcelaine.

(¹) Travail fait au Collège de France. Laboratoire de M. H. Le Chatelier.

(²) *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 98, 307 et 822.

» Je me suis servi d'un tube en porcelaine vernissée extérieurement et intérieurement, de 400mm de longueur, 30mm de diamètre extérieur et 24mm de diamètre intérieur; ce tube est continué par un autre tube capillaire, également en porcelaine, de 200mm de longueur, 9mm de diamètre extérieur et 1mm de diamètre intérieur. L'extrémité de ce tube capillaire est reliée, à l'aide d'un joint au mastic Golaz, à un robinet à trois voies permettant de le mettre en communication, soit avec la pompe à mercure, soit avec l'extérieur.

» La partie large du tube est remplie sur une longueur de 100mm environ avec de la ponce cobaltée, nickelée ou ferrée, ayant déjà subi l'action de l'oxyde de carbone à la température de 445°, et recouverte de carbone provenant de la décomposition de l'oxyde de carbone. On achève de garnir l'intérieur avec des morceaux de porcelaine, et l'on ferme avec une garniture métallique mastiquée au Golaz, cette garniture étant munie d'un robinet. C'est de ce côté que l'on fait arriver le gaz destiné à être mis en expérience.

» L'appareil ainsi monté est installé dans un four Mermet, de façon que la partie du tube contenant la ponce soit exposée directement à l'action de la chaleur; la température est repérée au moyen d'un couple thermo-électrique de M. H. Le Chatelier. On remplit d'oxyde de carbone, on ferme les deux robinets et on laisse chauffer pendant des temps plus ou moins longs. On extrait ensuite les gaz avec la pompe à mercure, l'appareil étant encore chaud; le dispositif capillaire décrit plus haut favorise le refroidissement immédiat du mélange gazeux; de plus, l'analyse faite correspond exactement à l'état du mélange tel qu'il existe, car, au moment de l'extraction, on supprime instantanément tout contact entre les gaz et le carbone.

» Les résultats numériques obtenus sont les suivants :

	Oxyde de cobalt.		Oxyde de nickel.		Oxyde de fer.	
Temps.	CO^2.	CO.	CO^2.	CO.	CO^2.	CO.
8′	4,4	95,6	3,0	97,0	3,2	96,8
30′	5,5	94,5	4,8	95,2	»	»
45′	5,6	94,4	»	»	»	»
2h 15′	7,0	93,0	6,3	93,7	»	»
4h	6,5	93,5	6,7	93,3	»	»

» La réaction de décomposition de l'oxyde de carbone est donc fonction du temps; la quantité d'acide carbonique formé croît d'une façon régulière; mais, comme à 650°, la décomposition de l'oxyde de carbone est limitée; les expériences montrent que la réaction s'arrête lorsque le mélange gazeux contient 7 pour 100 de CO^2 et 93 de CO.

» Remarquons, de plus, que la vitesse de réaction est plus grande à 800° qu'à 650°; tandis qu'à 650° il fallait chauffer pendant six heures pour atteindre la limite, il suffit de chauffer pendant deux heures à 800°. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la décomposition de l'acide carbonique en présence du charbon* [1]. Note de M. **O. Boudouard**, présentée par M. Troost.

« Dans une Communication antérieure [2], j'ai indiqué les résultats auxquels j'étais arrivé en étudiant la réaction $CO^2 + C = 2CO$ à la température de 650°. J'ai poursuivi ces recherches à des températures supérieures.

» 1° *Expériences à* 800°. — J'ai employé le même dispositif expérimental que dans les expériences qui ont fait l'objet de la Note précédente :

» La ponce imprégnée d'oxyde métallique est remplacée par des morceaux de charbon de la grosseur d'une noisette. Lorsque l'appareil est rempli de gaz carbonique, on ferme le robinet antérieur, l'autre extrémité plongeant dans le mercure. Comme il y a augmentation de volume par suite de la réaction $2CO = CO^2 + C$, les gaz peuvent ainsi s'échapper librement. On laisse chauffer pendant des temps plus ou moins longs; puis l'on extrait les gaz que l'on analyse.

» J'ai également fait des essais en présence de charbon provenant de la décomposition de l'oxyde de carbone.

» J'ai obtenu les résultats suivants :

	Charbon de bois.		Charbon des cornues.		Coke.		Charbon de CO.	
Temps.	CO^2.	CO.	CO^2.	CO.	CO^2.	CO.	CO^2.	CO.
h m 0.08...	17,1	82,9	86,7	13,3	83,6	16,4	13,6	86,4
1.00...	6,1	93,9	65,8	34,2	»	»	»	»
1.30...	»	»	»	»	42,6	57,4	8,0	92,0
2.30...	»	»	»	»	»	»	7,1	92,9
6.00...	6,7	93,3	»	»	11,0	89,0	»	»
7.00...	»	»	43,3	56,7	»	»	»	»
9.00...	»	»	»	»	12,8	87,2	»	»
9.30...	»	»	29,7	70,3	»	»	»	»

» Dans une autre série d'expériences, j'ai employé du charbon en morceaux beaucoup plus petits (2^{mm} à 5^{mm} environ de côté); les résultats sont sensiblement les mêmes avec le charbon de bois et le coke; avec le charbon des cornues, il y a augmentation de la vitesse de la réaction, mais on

---

[1] Travail fait au Collège de France. Laboratoire de M. H. Le Chatelier.
[2] *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 824.

n'atteint pas encore la limite obtenue avec le charbon de bois et le charbon de CO, du moins après des temps de chauffe n'ayant pas dépassé neuf heures.

» L'ensemble des résultats numériques donnés plus haut montre que, dans les différents cas, l'allure du phénomène est la même; il n'y a de différence que dans la vitesse de réaction. La décomposition de l'acide carbonique n'est pas totale. Mais comme à 650°, la limite à laquelle on arrive à 800° est la même que celle trouvée en étudiant la décomposition de l'oxyde de carbone (93 pour 100 de CO et 7 pour 100 de CO^2).

» 2° *Expériences à* 925°. — La proportion d'acide carbonique restant diminuant de plus en plus à mesure que la température s'élève, j'ai substitué la méthode pondérale à la méthode volumétrique.

» Pendant des temps variables, j'ai fait passer un courant d'acide carbonique sur du charbon; à la sortie de l'appareil, le mélange gazeux traversait un flacon contenant de l'eau de baryte. Un tube témoin à eau de baryte indiquait que l'acide carbonique était complètement absorbé. Du poids de carbonate de baryte obtenu on déduisait la quantité d'acide carbonique qui s'était formée.

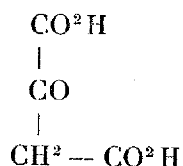
» J'ai ainsi trouvé qu'à la température de 925° il restait encore, dans le mélange gazeux résultant de l'action de l'acide carbonique sur le charbon, une proportion de 4 pour 100 d'acide carbonique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un homologue inférieur de l'acide citrique* (¹). Note de M. **Augustin Durand.**

« On sait que Haller et Held ont effectué la synthèse de l'acide citrique par fixation d'acide prussique sur l'acétone-dicarbonate d'éthyle et transformation de la cyanhydrine formée en acide citrique par ébullition avec l'acide chlorhydrique concentré.

» Nous nous sommes proposé d'appliquer cette méthode à l'obtention d'acides homologues de l'acide citrique par action de CAzH sur les acides acétoniques.

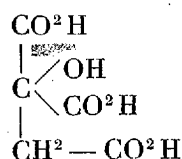
» C'est ainsi, par exemple, que l'acide oxalacétique



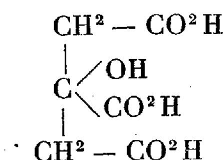
$$\begin{array}{l} CO^2H \\ | \\ CO \\ | \\ CH^2 - CO^2H \end{array}$$

(¹) Travail fait à la Faculté des Sciences de Marseille.

fournit l'acide



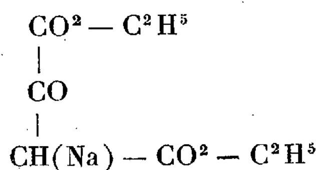
lequel ne diffère de l'acide citrique



que par CH^2 en moins.

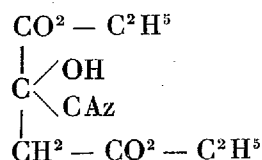
» Voici les détails opératoires :

» On prépare d'abord le composé sodé de l'éther oxalacétique



en suivant le procédé de Wislicenus (*D. ch. Ges.*, t. XIX, p. 3225).

» L'éther oxalacétique obtenu en partant de 4^{gr} de sodium est dissous dans l'éther absolu et additionné de 9^{gr} de cyanure de potassium et 15^{gr} d'acide chlorhydrique pur. Au bout de vingt-quatre heures, on chauffe pour chasser l'éther. Le résidu est constitué par la cyanhydrine



» Au bout de quelques heures, on laisse refroidir, on se débarrasse du chlorhydrate d'ammoniaque. Le liquide est chauffé pour chasser l'excès de sel, on neutralise par la potasse, puis on traite par l'acétate de plomb. Le précipité est soumis à l'action de l'hydrogène sulfuré. On filtre, on concentre au bain-marie. On broie avec du sable fin et l'on épuise à l'éther.

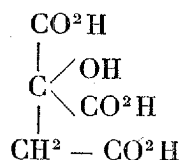
» La solution éthérée fournit par évaporation au-dessus de l'acide sulfurique un sirop jaune clair, fortement acide et dont le goût rappelle beaucoup celui de l'acide citrique. Il ne précipite pas l'eau de chaux. En neu-

tralisant par l'eau de chaux, on obtient au bout de quelques jours des cristaux blancs, brillants, d'aspect mamelonné.

» A l'analyse, le sel de chaux fournit les nombres suivants :

Ca	
calculé pour 100.	trouvé pour 100.
25,53	24,98

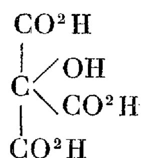
ce qui correspond pour l'acide à la formule suivante :



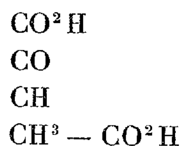
» Ce sel de chaux cristallise avec $5\frac{1}{2}$ molécules d'eau. Le sel de zinc se dépose en une poudre blanche.

» En appliquant le même procédé aux acides acétoniques, on pourrait obtenir d'autres homologues ou des isomères de l'acide citrique.

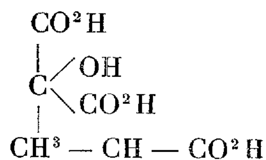
» C'est ainsi qu'à l'acide mésoxalique correspond l'acide



» De même à l'acide méthyloxalacétique



correspond l'acide



isomère de l'acide citrique.

» Des expériences sont en cours pour l'obtention de ces acides. »

ZOOLOGIE. — *Sur les glandes de Morren des Lombricides d'Europe.* Note de M. **Édouard de Ribaucourt**, présentée par M. Perrier.

« Ces glandes sont difficiles à étudier. Elles ont été mentionnées dans un genre et l'on a été enclin à les représenter sous le même aspect dans les cinq autres genres, ce qui est une erreur.

» *Genre Lumbricus* Eisen. — Il y a *quatre paires* de spécialisations glandulaires et non *trois* comme on l'a décrit : I. Une antérieure ; II, III. Deux moyennes très visibles faisant saillie dans la cavité du corps ; IV. Une postérieure peu visible, non décrite.

» I. *L'antérieure* est constituée par un diverticulum pair au tube digestif que nous nommerons *diverticulum de Perrier.* Ses parois sont constituées par des cellules glandulaires folliculaires sécrétant une seule sorte de gros cristaux incolores, prismatiques, qui tombent dans le diverticulum de Perrier. Ces cristaux peuvent parfois se souder ensemble pour former de grosses masses à sommets nombreux et aigus. L'arrière du diverticulum est toujours le siège d'une abondante sécrétion, ce qui n'est pas le cas pour l'avant.

» II. III. *Les deux moyennes* un peu comparables aux glandes à venin du Scorpion sécrètent suivant *trois* procédés différents : A, de petites gouttelettes d'aspect huileux qui sont évacuées dans l'intestin différemment suivant les genres ; B, de rares cristaux ayant l'aspect de sphérolithes, incolores ; C, des cristaux prismatiques semblables à ceux sécrétés dans le diverticulum de Perrier. Ils peuvent parfois faire défaut, ainsi que ceux décrits en B. Ce qui distingue ces cristaux prismatiques sécrétés dans les glandes moyennes de ceux qui sont sécrétés dans le diverticulum de Perrier, c'est leur origine différente. Tandis que ceux-ci tombent directement dans le diverticulum, ceux des paires moyennes sont entourés par ce qui reste des cellules glandulaires qui les ont sécrétés, formant ainsi une poche dont les parois se résorbent. Ces cristaux prismatiques arrivent donc dans les cavités glandulaires par déchirement des parois qui les enveloppent et de là tombent dans l'intestin.

» IV. *La postérieure* n'a pas encore été décrite. Elle est peu visible, allongée, d'un diamètre sensiblement égal à celui du tube digestif. L'histologie montre des similitudes et des rapports étroits avec les masses glandulaires qui la précèdent. C'est par elle surtout que le sang provenant du vaisseau

dorsal se distribue en partie dans les masses glandulaires moyennes et antérieures. Ses cellules sont considérables. Leur rôle est assez complexe, j'y reviendrai.

» Dans le *genre Lumbricus* l'anatomie et la physiologie de ces glandes sont donc très compliquées. Il n'en est pas de même pour d'autres Lombricides. C'est ainsi que chez *Allolobophora Hermanni* Michaëlsen, les quatre spécialisations glandulaires de Morren, décrites plus haut, *n'existent pas*. A leur place la paroi du tube digestif est plus épaisse, à peine glandulaire, moins vascularisée. De droite et de gauche il y a plusieurs évaginations impaires. Entre les deux types *L. Herculeus* et *All. Hermanni* il y a toute une série où l'on peut suivre l'évolution progressive de ces glandes.

» La disposition constatée chez *All. Hermanni* est évidemment ancestrale. C'est pourquoi nous partirons de là pour faire succinctement la comparaison de ces différenciations.

» Chez *Octalosion profugum* (Rosa) les épaississements demi-glandulaires décrits plus haut chez *All. Hermanni* sont plus grands, plus épais et les évaginations deviennent paires.

» Chez *Allurus tétraedrus* (Savigny) la partie antérieure se différencie pour former le diverticulum de Perrier. La partie postérieure n'a plus d'évagination. Elle reste glandulaire; c'est l'analogue de la glande IV du *Lumbricus*.

» Chez *Dendrobœna putris* Hofmeister, la disposition est la même; mais le diverticulum de Perrier devient ici considérable au détriment de la partie glandulaire postérieure.

» Chez *Allolobophora trapezoides* Dugès, la disposition est la même, mais la partie postérieure est très allongée. Le réseau sanguin longitudinal baignant les glandes est compliqué par un système de gros vaisseaux verticaux.

» Chez *Notogama fœtida* Savigny, la différenciation s'accentue encore. Il y a ici *trois* spécialisations distinctes; A, un diverticulum de Perrier; B, une grosse masse moyenne analogue aux glandes (II, III) moyennes de *Lumbricus;* C, une portion allongée analogue à la spécialisation (IV) glandulaire de *Lumbricus*.

» Enfin chez *Allolobophora octaedra* Savigny, la disposition est semblable à celle décrite dans le genre *Lumbricus*, soit quatre spécialisations : une antérieure, deux moyennes et une postérieure.

» Entre ces huit types il y a encore des types de passage. En résumé :

» 1° Dans le genre *Lumbricus* il y a quatre spécialisations glandulaires de Morren et non pas trois.

» 2° La sécrétion se fait suivant trois modes différents;

» 3° La glande postérieure de Morren (IV) du *Lumbricus* est la plus ancienne; l'antérieure (I) et les deux moyennes II, III n'en sont que des différenciations secondaires.

» 4° Entre la disposition glandulaire ancestrale constatée chez *Allolobophora Hermanni* et celle de *Lumbricus herculeus,* il y a toute une série de types où l'on peut suivre l'évolution progressive de ces glandes. »

BOTANIQUE. — *Sur la chute des feuilles et la cicatrisation de la plaie.* Note de M. **A. Tison**, présentée par M. Guignard.

« La couche séparatrice qui se forme à la base de la feuille se préparant à tomber n'est pas toujours constituée par un méristème secondaire; dans la moitié des cas, en effet, elle est formée par deux ou trois assises de tissu entièrement primaire.

» Plusieurs opinions ont été émises sur la façon dont se fait le détachement à l'intérieur de la couche séparatrice; or, dans un grand nombre d'espèces, nous avons constaté qu'il se produit par dédoublement de la paroi entre deux des assises de cette couche. Une certaine épaisseur de cette paroi, comprenant la membrane primaire et les couches secondaires voisines de celle-ci, se transforme en mucilage pecto-cellulosique, surtout cellulosique, qui se gonfle et se dissout. Après cette dissolution, les cellules se trouvent isolées les unes des autres, leur protoplasme n'étant plus enveloppé que par une mince membrane interne, reste de la paroi primitive, sur laquelle ne porte pas la transformation mucilagineuse. Les cellules de ces deux assises, inférieure et supérieure à la surface de déhiscence, s'allongent alors les unes vers les autres et, par pression réciproque, tendent à écarter la feuille du coussinet. Elles rompent le système fasciculaire et détachent la feuille.

» L'épaisseur de la portion de la paroi, sur laquelle porte la transformation mucilagineuse et, par suite, la dissolution, varie avec celle de la paroi entière. Quelquefois la membrane primaire seule se dissout (*Diospyros, Syringa, Forsythia,* etc.).

» La cicatrisation de première année se fait, avant ou après la chute de la feuille, suivant trois modes différents :

» 1° Il se produit simplement une modification *scléro-subéreuse* des parois dans l'une des couches cellulaires du coussinet, soit que les cellules y restent entières, soit qu'elles se recloisonnent préalablement. Chacune

des cellules de cette couche sclérifie ses parois sans les épaissir et les double intérieurement d'une mince couche subéreuse *qui tapisse même la cavité des ponctuations*.

» 2° Il s'établit, en arrière de la surface de détachement, une couche péridermique histologiquement semblable à celle de la tige.

» 3° La cicatrisation comprend une couche scléro-subéreuse doublée inférieurement d'un périderme.

» Quand il n'existe pas de couche péridermique dès la première année, il s'en développe toujours une pendant la seconde au-dessous de la couche scléro-subéreuse.

» Dans les deux tiers des cas, il se produit dans le pétiole, c'est-à-dire *au-dessus de la couche séparatrice*, une sclérification des éléments qui porte sur une plus ou moins grande épaisseur de tissu; cette sclérification apparaît avant la chute de la feuille et contre la couche séparatrice.

» *Folioles*. — La chute des folioles s'opère comme celle de la feuille de la même espèce, et, de plus, contrairement à l'opinion admise jusqu'à ce jour, il se produit souvent une cicatrisation de la plaie lorsque la chute des folioles est précoce. Elle est de même nature, mais beaucoup moins accentuée que celle des feuilles. On peut même y trouver un périderme, peu épais, il est vrai, mais qui traverse souvent les faisceaux (*Juglans nigra*, *Sorbus aucuparia*, etc.). Les cas de cicatrisation et de non-cicatrisation de la plaie laissée par la chute de la foliole se trouvent sur le même arbre, souvent même sur la même feuille.

» *Rafraîchissement de cicatrisation*. — Dans certains cas (genres *Sorbus*, *Cornus*, *Cotoneaster*, etc.; feuilles caduques des espèces à feuilles marcescentes, *Quercus* excepté), les lames de cicatrisation de première année sont régulièrement enlevées au printemps de la seconde par une couche séparatrice nouvelle s'établissant au-dessous d'elles, semblable à celle qui a amené la chute automnale de la feuille et fonctionnant comme elle. Parfois cette couche est incomplète et n'enlève que partiellement la lame de cicatrisation (*Aristolochia*, etc.). Un périderme s'établit au-dessous de la nouvelle blessure après le rafraîchissement.

» *Feuilles marcescentes*. — L'unique différence entre les feuilles marcescentes et les feuilles caduques de la même espèce réside, pour les premières, dans le développement incomplet de la couche séparatrice automnale ou même dans son absence totale (*Hamamelis*, *Fagus*, *Carpinus*, etc.). Dans les deux cas, en effet, on observe la même couche scléro-subéreuse; dans les deux également il se forme au printemps un rafraîchissement de

cicatrisation par formation d'une nouvelle couche séparatrice, et c'est cette nouvelle modification qui provoque la chute des feuilles marcescentes.

» Chez les espèces à feuilles marcescentes du genre *Quercus*, le rafraîchissement de cicatrisation ne se produit que dans ces dernières; il peut cependant être ébauché dans le coussinet des feuilles tombées à l'automne. »

GÉOLOGIE. — *Les assises supérieures du terrain jurassique dans le Bas-Boulonnais.* Note de M. **Munier-Chalmas**, présentée par M. de Lapparent.

» La succession des assises marines, dans le portlandien du Bas-Boulonnais, est bien connue depuis les travaux de M. Pellat. Mais il restait à préciser la position des formations d'estuaire de cette série. C'est à cette tâche que je me suis appliqué, en recourant à des fouilles pour suppléer aux insuffisances de l'observation directe.

» Le faciès d'estuaire apparaît une première fois dans les grès du portlandien inférieur.

» En effet, quelques couches de la zone à *Stephanoceras portlandicum* de Lor. sont exclusivement remplies de *Sphænia Sæmanni* de Lor., alternant avec des bancs où la variété à petites côtes d'*Exogyra virgula* Sow. accompagne *Trigonia Munieri* Héb. (*T. Micheloti* de Lor.).

» Les assises de La Crèche, à *Trigonia Pellati* Mun., renferment une quantité de galets, provenant des régions anciennes et jurassiques, déjà émergées; et les argiles noires superposées aux grès, par leur richesse en *Cyrena rugosa* et en débris végétaux, accusent l'intervention des eaux d'estuaire.

» Cette intervention se manifeste encore dans les argiles à *Cardium Morinicum* de Lor. et *Ostrea expansa* Sow., par deux cordons principaux de phosphate de chaux, qui contiennent des galets fluviatiles, empruntés aux roches primaires et jurassiques de la contrée. En outre, on y voit des morceaux de phosphate arrachés, sans remise en mouvement de la matière, aux couches sous-jacentes, ainsi que des bois perforés par *Xylopholas Davidsoni* de Lor. *sp.* On peut en conclure, d'une part, que des courants en relation avec des eaux fluviales ont remanié les argiles du dessous; d'autre part, que la phosphatisation a dû y être très rapide. Un de ces cordons a fourni à M. Pavlow l'un des deux individus de la forme boréale *Aucella* qui ont été recueillis au Boulonnais (l'autre ayant été trouvé par M. Pellat).

C'est un peu plus haut que j'ai moi-même observé *in situ* une dent d'un *Iguanodon* très voisin d'*I. bernissartensis*.

» Au-dessus de cette série viennent des calcaires marneux et des argiles, terminés par les couches à *Astarte Sæmanni* de Lor., et supportant une suite de sables avec grès calcaires, dont la première assise est caractérisée par *Trigonia Damoniana* de Lor. Alors apparaissent trois bancs principaux de grès à *Trig. gibbosa* Sow.; le premier avec *Perisphinctes bononiensis* de Lor., le second avec *Per. cf. giganteus* Sow. *sp.*

» Après le dépôt de ce second banc, une plage s'est formée, que j'ai pu suivre depuis Wimereux jusqu'au sud de Boulogne. Les grès tendres y sont démantelés, leur surface étant corrodée, percée par des lithodomes (*Lithod. portlandicus*), recouverte de serpules et de petites huîtres (*O. bruntrutana*), enfin parsemée de blocs tous empruntés aux roches sous-jacentes. Quelques plaques de grès, atteignant 1^m à $1^m,50$ de long, sont perforées sur leurs deux faces, ce qui prouve qu'elles ont dû être retournées par les vagues sous l'influence de la marée. Cette action s'est fait sentir jusqu'à 2^{km} dans l'intérieur. La mer portlandienne du Boulonnais paraît donc avoir été sujette à de grandes marées.

» Avec le dépôt du troisième banc à *Trig. gibbosa* s'accentue le régime des estuaires, accusé par un ravinement susceptible d'atteindre les couches à *Trig. Damoniana*. Le fleuve qui s'est alors formé avait deux estuaires. Dans l'un, celui de la Pointe-aux-Oies, il s'est fait des cordons de galets primaires, jurassiques et portlandiens. Ces cordons eux-mêmes sont ravinés et supportent une argile à galets nombreux, avec une prodigieuse quantité de troncs de conifères ou de cycadées, formant des lits de lignite et enchevêtrés comme les tiges que charrient des courants boueux. Dans ces lits de transport, les bois sont exempts de trous de pholadidés, tandis qu'une fois arrivés dans la région marine ils se montrent criblés de perforations dues à *Xylopholas Davidsoni*. Les argiles abondent en cyrènes (*Cyrena Pellati* de Lor., *C. Tombecki* de Lor., *C. rugosa* de Lor.), encore pourvues de leur test et associées à la forme-type de *Trig. gibbosa*, en compagnie de la faune classique de l'assise.

» En haut, les argiles deviennent verdâtres, peu fossilifères, et passent à des couches marines, dont la faune, très riche et nettement portlandienne, contient *Trig. Edmundi* Mun. et *Pseudonerinea pseudoexcavata* de Lor. *sp.*

» Sur certains points, il s'y développe des concrétions calcaires, et plus haut des travertins à *Anisocardia socialis* d'Orb. *sp.* Ces formations supportent en concordance une série argileuse, qui paraît devoir être assimilée à l'*aquilonien* de M. Pavlow.

» Dans l'estuaire méridional, celui de la Rochette, on remarque un énorme développement du poudingue de base, capable d'atteindre une épaisseur de 3^{m}, et divisé en lits obliques dont quelques-uns rejoignent latéralement les argiles. Ce conglomérat, déjà décrit par M. Parent [1], a emprunté ses galets à toutes les roches de la région. On y trouve représentés, avec la couche à phosphate du portlandien moyen, même les grès du portlandien inférieur, ce qui accuse le mouvement de régression de la mer à cette époque.

» Sur le conglomérat repose une mince couche d'argile, à *Trigonia gibbosa,* au-dessus de laquelle se produit, comme à la Pointe-aux-Oies, l'association des cyrènes avec la faune marine typique de l'horizon. Cette association continue plus haut, dans des couches qui, à Auvringhen, contiennent de très beaux échantillons de *Trig. Edmundi,* et persiste jusqu'à la rencontre des argiles terminales, remplies de petits fragments non roulés d'un calcaire à *Anisocardia,* qui semble s'être dissocié à mesure qu'il se formait. L'inclinaison des bancs alternatifs d'argile et de grès trahit des courants rapides, analogues à ceux des estuaires.

» Dans la localité typique de Mont-Rouge, près de Wimille, les sables à cyrènes, et à grands *Perisphinctes* identiques avec ceux des assises inférieures, sont nettement recouverts par les couches à *Trig. Edmundi,* ce qui ne permet pas de les attribuer à l'assise de Purbeck. En un seul point du Boulonnais, au milieu de la lagune où se formaient les couches saumâtres à anisocardes, entre Wimereux et le Fort de la Crèche, un petit cours d'eau a déposé des argiles, des brèches, des calcaires lités ou bréchoïdes, avec une faune de *Physa, Planorbis, Paludina, Hydrobia, Chara,* aux formes très semblables, quelques-unes même identiques, à celles du purbeckien d'Angleterre et du Jura.

» Près du Fort de la Crèche, les calcaires à anisocardes supportent 20^{m} à 25^{m} d'argiles, bleues à la base, avec grès et concrétions de limonite. Par exception, la pyrite de fer a été conservée dans l'intérieur de quelques blocs de grès, où l'on observe aussi des empreintes de conifères et de fougères. Cette assise paraît représenter l'aquilonien. Le dépôt de ces couches accuse un changement considérable dans l'assiette de la région. Au mouvement de régression qui avait marqué tout le portlandien a succédé un mouvement inverse, favorisant l'établissement de lagunes qui se sont étendues jusque sur le Brabant, et que parcouraient des cours d'eau capables de raviner les couches sous-jacentes. Là se sont déposées des argiles

---

[1] *Ann. Soc. géol. du Nord,* t. XXII, p. 106.

bleuâtres avec grès pyriteux. Sous l'influence des agents d'oxydation, les argiles sont devenues bariolées, et la pyrite a été remplacée, d'abord par le carbonate de fer, ensuite par la limonite géodique.

» Après avoir pris connaissance de mes observations, M. Van den Broeck, dans un récent travail (¹), a assimilé ces argiles et ces sables aux couches à iguanodons de Bernissart.

» A cause des mouvements du sol qui ont déterminé la transgression aquilonienne, les couches de cet âge ne sont que rarement en concordance avec le portlandien terminal. En beaucoup de points, le ravinement des dépôts sous-jacents les a amenées à reposer indifféremment sur les divers étages du jurassique, même sur les formations primaires de la Belgique, comme le rappelait récemment M. Van den Broeck. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Cristallisation de l'albumine du sang.* Note de Mlle **S. Gruzewska** (²), présentée par M. Duclaux.

« Hofmeister (³) a fait cristalliser l'albumine de l'œuf par la méthode suivante : on mélange, à volumes égaux, le blanc d'œuf et une solution de sulfate d'ammoniaque saturée à froid; les globulines sont précipitées; on filtre, et le filtrat (albumine dissoute dans la solution sulfatée), évaporé lentement, donne un premier stade de cristallisation : les globulites.

» En 1894, Gurber (⁴) a obtenu cristallisée l'albumine du sérum de cheval par une méthode analogue : on mélange, à volumes égaux, du sérum et une solution saturée à froid de sulfate d'ammoniaque; on filtre et l'on ajoute petit à petit du sulfate d'ammoniaque en solution saturée jusqu'à l'apparition d'un léger trouble; quelque temps après, on trouve un dépôt de cristaux. Mais ce procédé de Gurber n'a réussi, entre ses mains, qu'avec la sérumalbumine du cheval. Il a cependant obtenu quelques cristaux du sérum du lapin.

» J'ai essayé en vain de faire cristalliser l'albumine du sérum de cobaye

---

(¹) *Soc. belge de Géologie*, 27 déc. 1898.

(²) Travail fait au laboratoire de Physiologie, à la Sorbonne.

(³) Fr. Hofmeister, *Zeitschr. f. physiol. Chem.* Bd. **14**, 165ᵉ série, 1889; et Bd. **16**, 187ᵉ série; 1892.

(⁴) Gurber, *Sitzungsberichte der physik.-med. Gesells. zu Würtzburg* : 1894-1895). — Michel, *Verhandl. der physik.-med. G. zu Würtzburg*. Bd. **29**; 1895.

par les moyens précédents. J'ai enfin réussi en apportant aux procédés ci-dessus indiqués une modification très simple. Il s'agit toujours d'opérer sur une solution d'albumine dans le sulfate d'ammoniaque à un point voisin de la saturation. Le sérum est mélangé, à volume égal, avec une solution saturée (à froid) de sulfate d'ammoniaque; les globulines se précipitent; on filtre, et le filtrat est exposé au froid (jusqu'à -1°) pendant un certain temps (jusqu'à vingt-deux heures). Ensuite, il est transporté à la température du laboratoire (18° à 24°). Après vingt-quatre ou quarante-huit heures, on trouve un dépôt abondant de cristaux.

» Au lieu de concentrer la liqueur par l'évaporation (Hofmeister) ou par addition d'une nouvelle portion de sulfate d'ammoniaque (Gurber), je modifie la concentration en abaissant sa température et en la relevant ensuite.

» Sur les six tentatives que j'ai faites, j'ai obtenu six cristallisations plus ou moins abondantes. Les sangs qui m'ont servi à ces expériences ont été pris sur des différents animaux : cobaye, chat, bœuf et couleuvre ([1]).

» Les détails de l'opération sont les suivants : le sang est recueilli dans l'oxalate de soude (2 pour 1000), puis centrifugé. Le plasma ainsi obtenu est traité par une solution de sulfate d'ammoniaque à saturation à froid pour éliminer les globulines. Après vingt-quatre heures, le liquide filtré est mis à la glacière. Le temps d'exposition au froid n'a pu être encore exactement déterminé, il semble varier avec les différents sérums. Cependant il y a un maximum de temps qu'il ne faut jamais dépasser; autrement on a un liquide qui ne fournit que très peu de cristaux.

» Un échantillon de sérum de cobaye abandonné pendant quarante-huit heures à la glacière donne une cristallisation très faible, tandis qu'une autre portion du même sérum après vingt heures donne une cristallisation plus abondante.

» En général, le liquide se trouble à la glacière après un certain temps. Il ne faut pas attendre ce moment. J'ai eu les meilleures cristallisations quand le trouble apparaissait dans le sérum immédiatement après que le liquide avait été retiré de la glacière pour être reporté à la température du laboratoire.

» Il m'est impossible encore de préciser davantage les conditions les plus favorables pour obtenir la plus abondante cristallisation.

([1]) Les trois dernières cristallisations n'ayant pas été soumises à l'analyse, je ne me prononce pas sur la nature de ces cristaux.

» Une analyse sommaire suffit pour démontrer que les cristaux obtenus sont essentiellement formés par de l'albumine.

» Les cristaux obtenus avec l'albumine de sang de cobaye sont jetés sur un filtre; les eaux-mères étant ainsi grossièrement éliminées autant que possible, ces cristaux sont desséchés dans le vide et pesés. On les redissout dans l'eau; puis on coagule par la chaleur en présence de Na Cl. Le coagulum, recueilli sur un filtre, est lavé et pesé. Ce coagulum donne les trois réactions colorantes caractéristiques des albuminoïdes : la réaction xanthoprotéique, du biuret et de Millon. La deuxième pesée donne sensiblement la quantité d'albumine contenue dans les cristaux : j'ai trouvé 75 pour 100 à 80 pour 100. La différence représente le sulfate d'ammoniaque qui humecte les cristaux et qu'il est impossible d'éliminer complètement.

» Il me paraît intéressant d'ajouter que j'ai pu observer dans le sérum de cobaye cinq différentes formes de cristaux (Gurber en observe quatre chez le cheval). Quelques-uns d'entre eux semblent appartenir au système hexagonal.

» Ces expériences montrent : 1° que l'emploi préalable du froid favorise la cristallisation de l'albumine du sérum, et 2° que ce moyen permet d'obtenir, cristallisées, les albumines du sérum des animaux qui n'avaient pas encore été soumises à la cristallisation. »

M. **C. Gaudet** adresse une Note « Sur l'action des charbons poreux et des mousses de platine ».

M. **L. Mirinny** adresse un Mémoire « Sur l'extension de la théorie des propriétés générales des équations algébriques ».

La séance est levée à 4 heures.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 12 juin 1899.

Les systèmes des sphères et l'espace non euclidien à quatre dimensions, par M. Le Vavasseur. Toulouse, imp. Douladoure-Privat, s. d.; 1 fasc. in-8°.

Circulation de notre groupe stellaire autour de l'axe Charbonnier et mouvement parallactique de l'apex solaire. Causerie familière, par A. DUPONCHEL. Paris, chez l'Auteur, s. d.; 1 fasc. in-8°.

Atlas de la Société de l'Industrie minérale. 3e série, t. XIII, 1re livr., 1899. Saint-Étienne, imp. Théolier, J. Thomas et Cie; 1 fasc. in-f°.

Diverses questions de Médecine et de Chirurgie, par le Dr TRÉTROP. Bruxelles, 1895-97; 9 opuscules in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Cenno necrologico del socio straniero Carlo Friedel, letto dal socio S. CANNIZZARO, nella seduta del maggio 1899. (*Rendic. della R. Accad. dei Lincei.*) (Présenté par M. Grimaux. Hommage de l'Auteur.)

Das Fortschreitungsgesetz der Primzahlen durch eine transcendente Gleichung exakt dargestellt, von J. BRAUN. Trier, J.-P. Hegner, 1899; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Die Einrichtungen zur Erzeugung der Rœntgenstrahlen und ihr Gebrauch, gemeinfasslich dargestellt insbesondere auch für Aerzte und Kliniken, von Dr B. DONATH; mit 110 Abbildungen im Text und 2 Tafeln. Berlin, Reuther und Reichard, 1899; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 29 mai 1899.)

Note de M. *Gaston Darboux,* Sur les surfaces isothermiques :

Page 1304, dans les formules qui donnent $\frac{\partial\xi}{\partial\rho}$, $\frac{\partial\xi_1}{\partial\rho_1}$, *au lieu de* H$m\xi$, *lisez* H$m\sigma$.

(Séance du 12 juin 1899.)

Note de M. *A. Cornu,* Le jubilé de Sir *G. Stokes* et le Centenaire de l'Institution Royale :

Page 1427, dernière ligne, *au lieu de* Read lecture, *lisez* Rede lecture.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 JUIN 1899,

PRÉSIDENCE DE M. VAN TIEGHEM.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Note de MM.* **Lœwy** et **Puiseux** *accompagnant la présentation du quatrième fascicule de l'Atlas photographique de la Lune.*

« Le quatrième fascicule de l'Atlas photographique de la Lune, que nous avons l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie, renferme, comme les deux précédents, une épreuve à l'échelle du cliché original, et six fragments agrandis à des degrés différents. Toutes ces feuilles, sauf une, se rapportent à la période où la Lune décroît, et, pour la première fois, nous y voyons le bord oriental éclairé dans une certaine étendue. Nous allons essayer d'indiquer brièvement les caractères les plus saillants des régions représentées.

» La Planche *d*, image d'ensemble où les deux tiers environ de l'hémisphère visible sont en lumière, se distingue à première vue des épreuves similaires déjà publiées. Ici le travail de reproduction a été dirigé de ma-

nière à rendre, autant que possible, les détails contenus dans les parties les plus brillantes du disque lunaire. Mais nous constatons aussi une différence intrinsèque entre les moitiés orientale et occidentale de la Lune, en ce qui concerne la répartition des montagnes et des plaines. Nous avions vu jusqu'ici les mers se présenter comme un enchaînement de bassins circulaires, n'occupant qu'une zone de médiocre largeur de part et d'autre d'un grand cercle. Elles prennent cette fois un développement subit et considérable dans le sens des latitudes. Il semble qu'une grande aire de dépression soit venue à la rencontre de la première, comme l'océan Atlantique en travers des fosses méditerranéennes de notre globe. Ces parties affaissées, de couleur généralement sombre, n'offrent pas une teinte uniforme, et les taches les plus foncées s'y accumulent près de la bordure montagneuse. Il y a lieu de considérer ces emplacements comme plus déprimés que les parties voisines des mers et leur distribution, telle qu'elle résulte des Planches *b* et *d*, est d'accord avec ce que nous savons de l'allure des fosses sous-marines sur le globe terrestre.

» Nous avons déjà signalé, à propos du troisième fascicule, les auréoles blanches qui entourent Képler et Copernic, et qui se prolongent dans diverses directions en longues traînées rectilignes. Nous les retrouvons ici éclairées plus normalement, et se détachant, par suite, d'une manière encore plus nette. Les systèmes d'Euclide, d'Aristarque, d'Olbers, de Byrgius et de Tycho, également visibles sur la Planche *d*, nous paraissent être, comme les premiers, des dépôts de cendres volcaniques portées à de grandes hauteurs par des éruptions violentes et disséminées par des courants atmosphériques variables. Ils accusent avec non moins de clarté diverses périodes d'activité, séparées par des intervalles de repos. Tous les cirques qui servent d'origine à un ensemble de traînées montrent, sous un éclairement oblique, un rempart d'une altitude sensible et assez uniforme. Dès que le Soleil s'est un peu élevé sur leur horizon, ils resplendissent d'une blancheur intense, parfois accentuée par la présence d'une auréole sombre à l'origine des traînées. Les grandes dimensions de Copernic y mettent en évidence d'autres faits intéressants; ainsi nous voyons que la teinte blanche est loin d'être également répartie sur toute l'étendue du cirque, que le diamètre de celui-ci surpasse de beaucoup la largeur des traînées, que ces dernières sont plus souvent dirigées tangentiellement au rempart qu'alignées sur le centre. Toutes ces circonstances tendent à faire considérer les petits orifices situés soit sur le massif central, soit sur la crête qui limite le cirque, soit dans son voisinage immédiat, comme le véritable siège de

l'activité éruptive que l'on aurait pu être tenté d'attribuer à l'orifice entier.

» La Planche XVIII, qui comprend le pôle Austral, nous offre un contour déformé par d'importantes excroissances. La région de Tycho se montre, au coucher comme au lever du Soleil, riche en arêtes saillantes, servant de limite aux cirques qu'elles rencontrent, et leur imposant des formes polygonales ou allongées. Un examen plus attentif montre l'existence de deux systèmes superposés d'arêtes parallèles, qui découpent la surface en quadrilatères. L'influence de ces alignements s'est fait sentir non seulement dans le dessin primitif des cirques, mais dans les annexions successives qui ont souvent constitué une nouvelle enceinte à quelque distance en arrière de la première, comme on peut le voir pour Clavius. Aucune trace de ces allures anguleuses ne se retrouve plus dans les petits orifices parasites, de date récente, qui tendent uniformément vers le cercle parfait. Blancanus, sans approcher de l'étendue de Clavius, se classe à côté de lui par sa netteté, sa grande profondeur, par l'ombre dentelée qui reproduit les inégalités de la crête et se prêterait admirablement aux mesures d'altitude. Malgré les fortes différences de niveau qui s'y rencontrent, cette région est très uniforme de teinte. Elle doit ce caractère au voile blanc que jettent sur l'ensemble les traînées de Tycho.

» Extraite du même cliché que la précédente, la Planche XIX offre un tout autre aspect. Nous y voyons dominer les plaines, semées d'îlots et de cratères brillants, sillonnées de veines saillantes ou de crevasses, et recouvertes, dans certaines parties, par les larges traînées qui émanent de Copernic ou de Tycho. Nous avons déjà rencontré cette région dans la Planche VIII de l'*Atlas*. Le rapprochement des épreuves, relatives à des phases très différentes, est instructif. Nous constatons une fois de plus la permanence relative des auréoles claires et la variabilité périodique des taches sombres. Le phénomène de l'envahissement, de la submersion et de la destruction finale des cirques peut être observé ici à tous ses degrés, et nous rencontrons plusieurs cas où l'affaissement a englobé toute une moitié de l'enceinte et de la plaine intérieure sans affecter le reste du rempart ni même la montagne centrale.

» La feuille XX nous ramène à l'hémisphère ouest, dans une région où le relief s'accuse avec une extrême énergie. De nombreux effondrements locaux y ont réduit la capacité de l'écorce, sans que celle-ci ait dû, pour suivre la contraction du noyau liquide, subir un affaissement général accompagné de submersion. Divers indices prouvent cependant qu'un mouvement de ce genre a commencé à s'accomplir. C'est ainsi que la grande

cassure des monts Altaï, visible près du bord ouest de la feuille, contourne à distance la mer du Nectar et semble en préparer l'extension. Une autre aire déprimée, très vaste également, occupe la partie centrale de l'épreuve, mais n'est point arrivée à fermer son contour ni à déterminer l'apparition d'une mer. La plupart des cirques englobés dans ce mouvement ont entre eux un air de famille bien marqué, avec un fond plat et un rempart uniforme. Ceux qui sont restés en dehors ont mieux gardé leur physionomie primitive, et maintenu dans un plus grand nombre de cas leur montagne centrale. Indépendamment de ces lignes d'affaissement circulaire, nous voyons courir sur de grandes étendues certains traits rectilignes de l'ossature primitive. Dressés en saillie, ils ont mis obstacle à l'expansion des cirques. Demeurés en creux, ils l'ont, au contraire, facilitée, et plusieurs se sont transformés en véritables chapelets d'orifices.

» Avec la Planche XXI, on est conduit encore plus à l'ouest, jusqu'au bord éclairé de la Lune. On voit réapparaître dans la mer des Crises, à un degré peut-être plus accentué, les caractères déjà constatés dans la mer des Humeurs : rareté des accidents sur la plaine intérieure, élévation et régularité de l'enceinte, persistance d'une terrasse concentrique demeurée adhérente au bord, accumulation de taches sombres près de la périphérie. Toute voisine, la mer de la Fécondité possède, en dehors de son réseau de veines saillantes, de larges ondulations d'un caractère plutôt convexe, comme celles du fond des mers terrestres. Le plateau intermédiaire, pauvre en cirques, semble le témoin assez bien conservé d'une période ancienne. Il présente au voisinage de Taruntius une portion unie, probablement nivelée par un abondant dépôt volcanique. Partout ailleurs, il est sillonné de vallées profondes qui tendent à s'orienter sur le méridien, et cette direction paraît s'imposer de plus en plus quand on se rapproche du bord éclairé. Un double système d'alignements, se coupant à peu près à angle droit, domine dans les monts Pyrénées, qui forment le terminateur à la partie supérieure de la feuille, et Pétavius se montre, ainsi que plusieurs autres cirques de premier ordre, inscrit dans un quadrilatère. Plus voisin de l'équateur, Langrenus offre, avec sa double montagne centrale, ses terrasses concentriques, ses traînées divergentes, un ensemble de caractères éruptifs que Copernic et Tycho sont peut-être seuls à réunir au même degré.

» Nous trouvons rassemblés sur la feuille suivante (*Pl.* XXII), dans un espace assez limité, cinq spécimens remarquables des grandes crevasses de l'écorce, celles de Sabine, de Sosigène, de Pline, d'Ariadæus et d'Hyginus.

Les trois premières suivent à peu près la limite d'une mer et peuvent être considérées comme séparant une région affaissée de la bande demeurée adhérente au plateau montagneux. La fissure d'Ariadæus, prolongée sur une grande étendue sans égard au relief du sol et coupant plusieurs chaînes transversales, paraît dater d'une époque où la croûte était encore disjointe et mobile dans le sens tangentiel.

» Hyginus présente en plus toute une série d'élargissements circulaires qui transforment, ou peu s'en faut, la crevasse en un chapelet de cratères.

» La plaine qui entoure Arago contient deux exemplaires caractérisés de formations extrêmement rares à l'heure actuelle. Ce sont de vastes intumescences, larges de 15^{km} à 20^{km}, où l'effondrement de la partie centrale ferait réapparaître la physionomie ordinaire des cirques.

» La dernière feuille enfin est à recommander comme mettant bien en lumière la structure des massifs montagneux de la Lune, épargnés en quelque sorte et laissés en relief à la suite de la formation des mers. Les dessinateurs ont dû se contenter ici, en présence de la multitude des détails et de leur mobilité d'aspect, d'une figuration conventionnelle, où bien peu d'objets, à part ceux qui forment saillie en dehors, ont pu être nommés et identifiés. Notre épreuve rendrait possible une description topographique beaucoup plus précise. Les parties les plus hérissées des Apennins et des Alpes montrent une foule de sommets reconnaissables sur les feuilles des fascicules précédents, malgré les changements d'incidence de la lumière. Nous y voyons apparaître un caractère signalé par les géographes comme propre aux chaînes de montagnes les plus récentes, où l'érosion n'a pas encore eu le temps de détruire la constitution primitive; c'est une dissymétrie marquée du relief, rejetant en bordure les sommets les plus élevés, et divisant le massif en deux parties de pente moyenne très inégale.

» Nous nous proposons, dans une prochaine Communication, de résumer les principales notions théoriques, indiquées en partie dans nos recherches antérieures et auxquelles ce nouveau fascicule nous semble devoir donner plus de consistance. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Préparation du fluor, par électrolyse, dans un appareil en cuivre.* Note de M. Henri Moissan.

« Nous avons obtenu jusqu'ici le fluor par électrolyse d'une solution fluorhydrique de fluorure de potassium dans un appareil en platine. Dès

le début de nos recherches, nous avons indiqué que le platine des électrodes et de l'appareil était attaqué, qu'une certaine quantité de ce métal entrait en solution et qu'à partir de ce moment l'électrolyse devenait plus régulière ([1]).

» L'emploi du platine et l'usure des électrodes et du récipient, qui était assez rapide, rendaient donc cet appareil très coûteux.

» Pour étudier s'il était possible de remplacer le platine par un autre métal, nous avons disposé un échantillon de fils métalliques au fond de l'appareil à électrolyse, et la préparation du fluor a été effectuée ainsi que nous en avons l'habitude. Nous avons remarqué que, des différents métaux employés dans ces expériences, le cuivre était celui qui s'attaquait le moins à la condition toutefois que l'acide fût bien exempt d'eau. Ce fait répond bien d'ailleurs aux propriétés du fluorure de cuivre étudié par M. Poulenc ([2]).

» Partant de ces expériences préliminaires, nous avons fait construire un tube en U, en cuivre, ayant à peu près la même forme que celle de notre électrolyseur en platine. Son volume était plus grand, il contenait environ 300^{cc} et permettait facilement d'électrolyser 200^{cc} d'acide fluorhydrique rendu conducteur par 60^{gr} de fluorhydrate de fluorure de potassium. La fermeture de l'appareil restait la même; l'isolement se faisait encore au moyen de bouchons en fluorine, seulement la forme des électrodes était changée. Dans nos expériences précédentes nous nous étions servi de tiges cylindriques de platine dont l'extrémité avait la forme d'une massue; voulant avoir une surface plus grande, nous avons donné aux électrodes la forme de cylindres creux ouverts suivant une de leurs génératrices. Nous avons augmenté la surface pour avoir un rendement supérieur. Ces électrodes étaient toujours en platine; nous n'avons pu, pour cette partie de l'appareil, employer du cuivre.

» Dans des expériences faites avec des électrodes en cuivre, ce métal entre en dissolution dès le début de l'électrolyse et il se dépose bientôt, sur l'électrode positive, une couche de fluorure de cuivre, mauvaise conductrice, qui arrête le courant. Si le mélange d'acide fluorhydrique et de fluorure de potassium est privé d'eau, l'électrolyse se produira très bien avec des électrodes de platine dans un vase de cuivre. Ce dernier, dans

---

([1]) H. Moissan, *Nouvelles recherches sur le fluor* (*Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XXIV, p. 224).

([2]) Poulenc, *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XI, p. 66.

ces conditions, ne sera pas attaqué. Il est vraisemblable que le fluor, qui se trouve bientôt en solution dans l'acide fluorhydrique, produit à la surface du cuivre une petite couche de ce fluorure isolant, insoluble dans l'acide fluorhydrique, dont nous avons parlé précédemment.

» Le rendement de ce nouvel appareil a été établi en mesurant le volume d'hydrogène dégagé au pôle négatif dans un temps déterminé. Dans une série d'expériences préliminaires, nous nous sommes assuré que le volume d'oxygène produit par l'action du fluor sur l'eau répondait bien au volume d'hydrogène mis en liberté au pôle positif, si l'on tenait compte toutefois de la proportion d'ozone formé.

» Avec un courant de 50 volts et de 15 ampères, nous avons obtenu un rendement par heure de 5^{lit} environ, lorsque l'expérience dure six à dix minutes. En employant un courant de 20 ampères sous le même voltage, le rendement peut s'élever jusqu'à 8^{lit}, mais dans le second cas l'expérience ne saurait durer longtemps, car le liquide s'échauffe trop et, malgré un refroidissement énergique de $-50°$, le gaz fluor entraîne des vapeurs abondantes d'acide fluorhydrique.

» Il est important aussi de ne pas trop abaisser la température, sans quoi la combinaison d'acide fluorhydrique et de fluorure alcalin se prend en masse. Ce nouvel appareil en cuivre nous a donné de très bons résultats dans des expériences qui ont duré plusieurs heures, il nous a permis d'aborder l'étude de quelques questions nouvelles dans lesquelles nous avions besoin d'un courant continu de fluor. »

PHYSIQUE. — *Action de quelques gaz sur le caoutchouc.*
Note de M. d'Arsonval.

« En laissant des morceaux de tube en caoutchouc plongés dans l'acide carbonique gazeux, sous une pression variant de 1 à 50 atmosphères, j'ai constaté que le caoutchouc augmentait considérablement de volume et absorbait de grandes quantités d'acide carbonique.

» Le gonflement est tel que, au sortir de l'appareil, le caoutchouc présente parfois dix à douze fois son volume primitif. La consistance également a changé, le caoutchouc est devenu plus gélatineux et moins élastique. En le laissant à l'air, l'acide carbonique dissous se dégage peu à peu sous forme de bulles faisant un petit bruit sec au moment du dégagement et le caoutchouc a repris au bout d'une heure environ son aspect et ses propriétés primitives.

» En enfermant simplement du gaz acide carbonique dans un sac en caoutchouc à la pression atmosphérique, j'ai constaté que ce gaz passait très rapidement à travers. Le passage a été encore plus rapide en gonflant des pneus de voiture de 90^{mm} de diamètre avec de l'acide carbonique. Cette dernière expérience m'a amené à analyser le gaz contenu dans les bandages pneumatiques si fort en usage aujourd'hui. Un bandage pneumatique gonflé d'air, sous une pression de 2 à 6 atmosphères, se dégonfle peu à peu sans qu'on puisse accuser des fuites en le plaçant sous l'eau comme je l'ai fait. Ce dégonflement n'est pas continu et se ralentit à mesure qu'on renouvelle l'air au moyen de la pompe *ad hoc*, pour maintenir la pression constante.

» En analysant à ce moment l'air contenu dans la chambre, j'ai constaté qu'il était presque totalement dépourvu d'oxygène et se composait d'azote.

» On sait d'autre part que si l'on filtre de l'air sous pression, à travers une membrane très mince de caoutchouc, l'oxygène passe beaucoup plus facilement que l'azote et que l'on recueille ainsi un gaz contenant jusqu'à 40 pour 100 d'oxygène.

» Il résulte de ces faits que l'acide carbonique passe très facilement (par dissolution) à travers le caoutchouc;

» Que l'oxygène passe également, mais plus lentement;

» Et que l'azote est de ces trois gaz celui que l'on peut maintenir le plus longtemps sous pression, dans un récipient en caoutchouc. Il y aurait donc inconvénient sérieux à se servir d'acide carbonique pour gonfler les pneus puisque ce gaz, en même temps qu'il s'échappe, change la consistance du caoutchouc. Il faudrait donc donner la préférence à l'azote pur. »

RAPPORTS.

GÉOGRAPHIE. — *Rapport sur le projet de réfection de la Carte de France.*

(Commissaires : MM. Faye, Janssen, Lœwy, Wolf, Callandreau, Radau, Bouquet de la Grye, Grandidier, de Bussy, Bassot, Guyou, Hatt, Michel Lévy; de Lapparent, rapporteur.)

« Dans la séance du 27 mars 1899, notre confrère M. le général Bassot présentait à l'Académie le remarquable Ouvrage rédigé, sous les auspices du Service géographique de l'Armée, par M. le colonel Berthaut, relativement à l'histoire et au projet de réfection de la Carte de France. A cette occasion, quelques-uns de nos confrères émirent l'avis que l'intervention

de l'Académie auprès des Pouvoirs publics pourrait exercer une heureuse influence, en hâtant l'adoption d'une mesure depuis trop longtemps ajournée, et que le seul intérêt de la Science suffirait à justifier.

» Cet avis ayant été adopté, vous avez confié à une Commission le soin d'étudier les conditions dans lesquelles l'Académie pourrait intervenir, et c'est le rapport de cette Commission que nous avons l'honneur de vous présenter aujourd'hui.

» Nous n'avons pas eu besoin de longues délibérations pour reconnaître, d'une façon unanime, combien il était désirable que le projet élaboré par la Commission de la Carte de France pût être mis à exécution sans plus tarder. Il y a quatre-vingt-deux ans qu'a été officiellement édictée, dans notre pays, l'exécution d'une Carte répondant « à tous les besoins des ser- » vices publics ». Malheureusement, l'accomplissement de cette décision s'est vu entravé, dès la première heure, par toutes sortes d'obstacles; le plan a été peu à peu réduit, et finalement on n'a exécuté qu'une Carte militaire, d'un mérite assurément incontestable, mais notoirement insuffisante pour satisfaire aux exigences des travaux publics comme à celles de la Science.

» Il n'est pas de jour où cette insuffisance ne se fasse sentir, qu'il s'agisse de dresser l'avant-projet d'une route, d'un chemin de fer, d'une canalisation, d'un drainage, ou d'étudier le captage d'une source et l'adduction, dans une ville, des eaux destinées à son alimentation. A tout instant, les autorités scientifiques et techniques sont consultées sur des projets de ce genre, et chaque fois il leur faut constater que l'absence d'une Carte détaillée les met hors d'état de se prononcer en connaissance de cause. Les millions qu'il a fallu dépenser en nivellements pour tous les avant-projets de terrassement auraient payé bien des fois la dépense de la Carte que la Commission de 1817 avait sagement ordonnée; et même aujourd'hui que ce gaspillage est consommé, il reste assez d'études techniques à prévoir pour que la confection d'une bonne Carte soit encore largement rémunératrice.

» L'expérience a montré que, si la communication aux intéressés des minutes au $\frac{1}{40000}$ ne les dispensait jamais d'un nivellement préalable, en revanche cet avantage leur était pleinement acquis quand ils pouvaient consulter les minutes au $\frac{1}{10000}$ dressées en vue des plans directeurs de nos places fortes. Si l'on songe combien de besoins de ce genre font naître chaque jour, soit les exigences de l'assainissement des villes et de leur alimentation en eau potable, soit l'établissement des voies ferrées ou

la rectification des routes, soit l'écoulement et l'aménagement des eaux qui intéressent l'Agriculture, on reconnaîtra qu'il importe de posséder le plus tôt possible, pour toute l'étendue de notre territoire, des minutes exécutées à cette échelle : la seule qui, permettant de représenter sans exagération les chemins ou les maisons, laisse chaque chose à sa place et garantisse une exactitude absolue.

» Si, pour rester sur le terrain de ses préoccupations habituelles, l'Académie envisage surtout le côté scientifique de la question, la nécessité de ces minutes lui paraîtra particulièrement impérieuse en ce qui concerne les besoins de la Géologie. Au degré de précision où cette science est parvenue, il lui faut un instrument sur lequel les terrains puissent être figurés quelle que soit leur complication en chaque point. La Carte au $\frac{1}{80000}$ ne réalise en rien cette condition. Au contraire, elle fait perdre tout le bénéfice des études de détail que les géologues avaient dû s'imposer, et les oblige parfois à fausser la représentation des choses, afin de se plier aux inexactitudes systématiques d'un document qui n'avait pas été dressé en vue de pareils besoins.

» Encore cette gêne est-elle peu de chose à côté de l'insuffisance absolue des indications relatives au relief. La stratigraphie, qui sert à définir l'allure des masses minérales, d'où dépend le succès de la recherche des substances utiles, est littéralement paralysée si, pour les cas difficiles, elle ne peut recourir à des tracés de précision, comme ceux que lui fourniraient des minutes au $\frac{1}{10000}$.

» Aussi la Commission supérieure de la Carte géologique de France n'a-t-elle pas failli au devoir d'émettre dans ce sens, il y a déjà plusieurs années, un vœu formel, dont il n'a malheureusement pas été tenu compte.

» La gêne apportée par l'exiguïté du $\frac{1}{80000}$ n'est pas moins évidente quand il s'agit de Cartes agronomiques; car la composition et les qualités du sol varient assez vite, d'un point à un autre, pour défier toute représentation à une échelle aussi réduite.

» Il est une autre science, née d'hier, et à laquelle une bonne Carte peut assurer le plus heureux développement. C'est la Géographie physique, telle qu'on l'entend aujourd'hui, c'est-à-dire comprenant l'analyse raisonnée des formes de la surface et l'histoire de leur modelé. Les vicissitudes des vallées, des escarpements et des lignes de partage, les péripéties des luttes entre les cours d'eau, si riches de faits instructifs, se lisent à première vue sur une topographie bien faite. Il n'est donc pas douteux qu'une Carte de France au $\frac{1}{50000}$, résumant des levés exécutés au $\frac{1}{10000}$, ne devienne,

entre les mains de la nouvelle école géographique, un instrument d'une grande fécondité.

» Le moment semble d'ailleurs particulièrement propice pour passer à l'exécution du projet. Le Service géographique de l'armée est prêt. Il a sous la main un personnel éprouvé, capable de former rapidement les auxiliaires qui lui seront nécessaires. Les méthodes topométriques employées pour le lever au $\frac{1}{10000}$, avec le matériel créé par le savant colonel Goulier, offrent le précieux avantage de fonctionner en quelque sorte mécaniquement, sans demander à l'opérateur autre chose que du soin. Enfin, l'annuité à inscrire au budget, au plus un million et demi pendant vingt-cinq ans, est bien peu de chose en comparaison du bénéfice à recueillir. Dans ces conditions, il semble qu'il n'y ait pas à hésiter, et que l'exécution de la Carte doive être entreprise de suite, sans qu'il y ait lieu de la faire dépendre de quelque autre projet beaucoup plus vaste, au sort duquel elle n'est aucunement liée.

» D'autre part, l'Académie jugera sans doute et se plaira à proclamer que l'honneur du pays est engagé dans la question. La nation qui peut évoquer, dans son histoire, les souvenirs de la Carte de Cassini comme ceux de la grande méridienne, n'aurait dû se laisser devancer par aucune autre dans le perfectionnement de l'outillage cartographique. Se sentir aujourd'hui, sous ce rapport, en arrière de la Suisse, de l'Allemagne, de la Belgique, de l'Italie, de l'Espagne, est une pensée douloureuse pour quiconque a conscience du rang que la Science française doit tenir dans le monde.

» Il appartient essentiellement à l'Académie d'élever la voix en faveur du maintien de nos meilleures traditions nationales. Aussi la Commission vous propose-t-elle d'émettre un vœu en faveur de l'exécution immédiate du projet, et de décider qu'une délégation sera chargée de remettre ce vœu au Ministre de la Guerre. Nous avons la confiance, non seulement, que la démarche de l'Académie sera sympathiquement accueillie, mais que le Ministre attachera un prix particulier à une intervention qui ne peut que rendre plus efficaces ses efforts auprès du Parlement pour obtenir les crédits nécessaires. »

Les conclusions de ce Rapport sont mises aux voix et adoptées [1].

---

[1] La délégation de l'Académie s'est présentée le 14 juin au Ministère de la Guerre, où M. Krantz a bien voulu l'assurer de toute sa sympathie pour la cause qu'elle venait défendre.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Paloux** soumet au jugement de l'Académie « un projet de nacelle close adaptable aux ballons-sondes ».

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** appelle l'attention de l'Académie sur un Ouvrage de M. *Lejars* intitulé : « Chirurgie d'urgence » (présenté par M. Lannelongue).

Ce Livre est très riche en figures et insiste sur les nombreuses circonstances où il y a urgence d'intervenir promptement à un moment donné.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Considérations sur les travaux de MM. S. Lie et A. Mayer.* Note de M. **N. Saltykow**, présentée par M. C. Jordan.

« L'objet de ce travail est la remarquable théorie par laquelle S. Lie a complété les recherches de l'illustre Jacobi sur les équations aux dérivées partielles. Soit

$$(1)\qquad \begin{cases} p_k + H_k(x_1, x_2, \ldots, x_n, z, p_{m+1}, p_{m+2}, \ldots, p_n) = 0, \\ \qquad k = 1, 2, \ldots, m, \qquad m < n, \end{cases}$$

un système complet, les variables p_i désignant les dérivées partielles $\frac{\partial z}{\partial x_i}$. Le problème d'intégration des équations (1) revient, selon Jacobi, à calculer $n - m$ nouvelles équations, formant avec les premières un système complet et résoluble par rapport à toutes les dérivées p. L'idée féconde de S. Lie consiste à démontrer que cette dernière restriction n'est point nécessaire. Il le fit voir sur une seule équation aux dérivées partielles [1]. Depuis M. A. Mayer en a donné une extension aux équations simultanées [2]. Mon

---

(1) *Mathematische Annalen*, Bd. VIII, S. 215.

(2) *Mathematische Annalen*, Bd. VIII, S. 313.

but est d'indiquer une objection à laquelle est sujet le calcul de cet éminent géomètre et de proposer une méthode pour l'éviter.

» Considérons le système d'équations aux différentielles totales

$$(2)\quad \begin{cases} dx_{m+i} = \sum_{k=1}^{m} \frac{\partial \mathrm{H}_k}{\partial p_{m+i}} dx_k, \\ dp_{m+i} = -\sum_{k=1}^{m} \frac{d\mathrm{H}_k}{dx_{m+i}} dx_k, \\ dz = \sum_{k=1}^{m} \left(\sum_{r=1}^{n-m} p_{m+r} \frac{\partial \mathrm{H}_k}{\partial p_{m+r}} - \mathrm{H}_k \right) dx_k, \\ i = 1, 2, \ldots, n-m. \end{cases}$$

» Supposons que les équations

$$(3)\quad \begin{cases} f_i(x_1, x_2, \ldots, x_n, z) = \mathrm{C}_i, \\ i = 1, 2, \ldots, l, \qquad l \leqq n-m, \end{cases}$$

C_i étant des constantes arbitraires, présentent leurs intégrales en involution, résolubles par rapport aux

$$x_{m+1}, \quad x_{m+2}, \quad \ldots, \quad x_{m+l}.$$

» Prenons au lieu de ces dernières pour nouvelles variables indépendantes

$$p_{m+1}, \quad p_{m+2}, \quad \ldots, \quad p_{m+l},$$

en prenant comme nouvelle fonction inconnue l'expression

$$(4)\quad z' = z - \sum_{\delta=1}^{l} x_{m+\delta} p_{m+\delta}.$$

Le système (1) devient

$$(5)\quad \begin{cases} p'_k + \mathrm{H}'_k(x_1, x_2, \ldots, x_m, p_{m+1}, \ldots, p_{m+l}, x_{m+l+1}, \ldots, x_n, z', p'_{m+1}, \ldots, p'_n) = 0 \\ (k = 1, 2, \ldots, m), \end{cases}$$

p'_s désignant la dérivée partielle de z', prise par rapport à la variable indépendante d'indice s. Quant aux intégrales (3), elles prennent la forme

$$(6)\quad \begin{cases} f'_i(x_1, x_2, \ldots, x_m, p_{m+1}, \ldots, p_{m+l}, x_{m+l+1}, \ldots; x_n, z', p'_{m+1}, \ldots, p'_{m+l}) = \mathrm{C}_i \\ (i = 1, 2, \ldots, l). \end{cases}$$

Nous supposerons ces dernières équations résolubles par rapport à toutes

les dérivées $p'_{m+\delta}$, car il est toujours possible de mettre égales à zéro toutes les valeurs initiales des variables x, z, p_{m+i}, aux environs desquelles les équations (1) admettent une intégrale complète.

» Cela posé, soit l'intégrale complète des équations (5) et (6) donnée par l'égalité

$$(7)\quad z' = F(x_1, x_2, \ldots, x_m, p_{m+1}, p_{m+2}, \ldots, p_{m+l}, x_{m+l+1}, \ldots, x_n, C_1, C_2, \ldots, C_{n-m+1}),$$

C étant des constantes arbitraires. M. Mayer affirme qu'en éliminant

$$z', p_{m+1}, \ldots, p_{m+l},$$

entre les équations (4), (7) et les égalités ci-dessous

$$x_{m+\delta} = -\frac{\partial F}{\partial p_{m+\delta}}, \quad \delta = 1, 2, \ldots, l,$$

on obtient l'intégrale complète du système (1). Mais évidemment, il peut toujours arriver que, en effectuant cette élimination, on obtienne entre les variables x et z plusieurs relations distinctes, inaptes à donner l'intégrale cherchée.

» Prenons, par exemple, le système

$$p_1 + \frac{z^6}{p_3^2} = 0, \qquad p_2 - \frac{x_4}{2x_2} p_4 = 0.$$

Les équations aux différentielles totales correspondantes admettent deux intégrales en involution

$$x_4\sqrt{x_2} = C_1, \quad \frac{p_3}{z^2} = C_2.$$

» Prenons p_4 pour nouvelle variable indépendante au lieu de x_4 et soit

$$z' = z - x_4 p_4.$$

» L'intégrale complète des équations aux dérivées partielles transformées est

$$z' = -\frac{C_1 p_4}{\sqrt{x_2}} + \frac{1}{C - C_2 x_3 - \frac{1}{C_2^2} x_1},$$

C étant une nouvelle constante arbitraire. En effectuant la transformation inverse des variables, on obtient deux équations distinctes

$$z = \frac{1}{C - C_2 x_3 - \frac{1}{C_2^2} x_1}, \qquad x_4 = \frac{C_1}{\sqrt{x_2}},$$

dont la première présente une solution particulière des équations données.

» De même, en joignant à l'équation

$$p_1 + \frac{(z + x_2 p_2) x_2}{x_1 p_3} + \frac{z - x_2 x_3}{x_1} = 0$$

deux nouvelles

$$x_1 p_3 = C_1, \qquad x_1 \left(1 + \frac{p_3}{x_2}\right) = C_2,$$

nous avons un système complet qu'il est impossible de résoudre par rapport aux p_1, p_2, p_3. Quant au système transformé, d'après M. A. Mayer, il admet l'intégrale complète

$$z' = \frac{C_1 p_2}{x_1 - C_2} + \frac{C_1 x_3 - CC_2}{x_1} + C,$$

et la transformation inverse des variables donne, pour l'équation en question, une intégrale au sens de S. Lie.

» Mais tout de même l'idée de S. Lie est susceptible d'une extension aux systèmes des équations simultanées. Il est aisé de le démontrer en se servant des formules que j'eus l'honneur de communiquer à l'Académie le 30 janvier 1899. »

THÉORIE DES NOMBRES. — *Nouvelle formule relative aux résidus quadratiques.* Note du **P. Pépin**, présentée par M. de Jonquières.

« On sait combien Euler avait à cœur de démontrer que les nombres premiers renfermés dans une même forme linéaire $4Ax + r$ sont, ou bien tous diviseurs, ou bien tous non-diviseurs de la formule $x^2 - A$. Ce théorème, joint à ceux de Lagrange relatifs aux formes réduites, lui aurait donné une solution complète d'un problème dont il s'était longtemps occupé, savoir de déterminer les diviseurs d'une forme quadratique donnée [1].

» Or, ce théorème se déduit immédiatement d'une formule nouvelle que j'ai trouvée pour déterminer le caractère quadratique d'un nombre impair et positif A, relativement à un nombre premier p. Ce caractère est exprimé

---

[1] A ce sujet, voir, en particulier, le premier alinéa de l'article 151 des *Disquisitiones* de Gauss.

par la formule

$$\left(\frac{A}{p}\right) = (-1)^{\mu},$$

où $\left(\frac{A}{p}\right)$ est le symbole de Legendre, et μ le nombre de ceux des termes de la suite

$$A, \quad 2A, \quad 3A, \quad \ldots, \quad \frac{p-1}{2}A,$$

dont les résidus *minima* (mod p) sont compris entre $\frac{1}{2}p$ et p. Il reste à déterminer si μ est pair ou impair. C'est ce qu'on obtient par la congruence

$$(1) \quad \mu \equiv E\left(\frac{p}{2A}\right) + E\left(\frac{2p}{2A}\right) + E\left(\frac{3p}{2A}\right) + \ldots + E\left[\frac{(A-1)p}{2A}\right] \quad (\text{mod } 2),$$

où l'on désigne par $E(x)$ le plus grand des nombres entiers qui vérifient la condition $x - E(x) > 0$.

On déduit aisément de cette formule le théorème d'Euler. Soit, en effet,

$$p = 4Ak + r, \qquad \frac{lp}{2A} = 2lk + \frac{lr}{2A},$$

et, par conséquent,

$$E\left(\frac{lp}{2A}\right) \equiv E\left(\frac{lr}{2A}\right) \quad (\text{mod } 2).$$

» On pourra remplacer la formule (1) par la suivante :

$$(2) \qquad \mu \equiv E\left(\frac{r}{2A}\right) + E\left(\frac{2r}{2A}\right) + \ldots + E\left[\frac{(A-1)r}{2A}\right] \quad (\text{mod } 2).$$

» Donc le caractère quadratique du nombre A, relativement à un nombre premier, ne dépend que du résidu minimum de ce nombre premier relativement au module $4A$. Il est, par conséquent, le même relativement à tous les nombres premiers renfermés dans une même forme linéaire $4Ak + r$.

» On obtiendra le caractère quadratique de $-A$ en combinant les deux formules

$$\left(\frac{A}{p}\right) = (-1)^{\mu}, \qquad \left(\frac{-1}{p}\right) = (-1)^{\frac{p-1}{2}},$$

ce qui donne

$$(3) \qquad \left(\frac{-A}{p}\right) = (-1)^{\mu + \frac{p-1}{2}},$$

» *Exemple I.* — Soit $A = 3$. Tous les nombres premiers avec 6 sont renfermés dans les formules $12k + (1, 5, 7, 11)$. La formule (2) devient

$$\mu \equiv E\left(\frac{r}{6}\right) + E\left(\frac{r}{3}\right) \qquad (\text{mod } 2);$$

pour

$$r = 1, \quad 5, \quad 7, \quad 11,$$

elle donne

$$\mu = 0, \quad 1, \quad 1, \quad 0.$$

» Le nombre 3 est résidu quadratique des nombres premiers

$$12k + (1, 11),$$

et non-résidu des nombres $12k + (5, 7)$.

» -3 est résidu quadratique des nombres premiers $12k + (1, 7)$ et non-résidu des nombres $12k + (5, 11)$.

» On peut abréger le calcul, en déduisant ce qui concerne les résidus compris entre $2A$ et $4A$ des résultats obtenus pour les résidus inférieurs à $2A$. Soit $r' = 2A + r$; on aura $lr' = 2Al + lr$, et, par conséquent,

$$E\left(\frac{lr'}{2A}\right) = l + E\left(\frac{lr}{2A}\right) \qquad (l = 1, 2, 3, \ldots, A-1),$$

$$\mu' = \sum\left(\frac{lr'}{2A}\right) = \frac{A(A-1)}{2} + \sum\left(\frac{lr}{2A}\right),$$

$$(4) \qquad \mu' \equiv \frac{A-1}{2} + \mu \qquad (\text{mod } 2).$$

» *Exemple II* : $A = 7$. — Les valeurs correspondantes de r et de μ, déterminées par la formule (2), sont

$$r = 1, 3, 5, 9, 11, 13,$$
$$\mu = 0, 0, 1, 0, 1, 1.$$

» Pour $A = 7$, la formule (4) devient $\mu' = 1 + \mu$. Donc, pour

$$r' = 15, 17, 19, 23, 25, 27,$$

on a

$$\mu = 1, 1, 0, 1, 0, 0.$$

» Théorème : $+7$ *est résidu quadratique des nombres premiers*

$$28l + (1, 3, 9, 19, 25, 27),$$

et non-résidu des nombres

$$28l + (5, 11, 13, 15, 17, 23);$$

— 7 *est résidu quadratique des nombres premiers*

$$28l + (1, 9, 11, 15, 23, 25),$$

et non-résidu des nombres

$$28l + (3, 5, 13, 17, 19, 27).$$

» La formule nouvelle, qui fait l'objet de la présente Communication, se démontrant sans le secours de la *loi de réciprocité*, on possède donc, grâce à elle, deux méthodes complètes et indépendantes l'une de l'autre, pour établir, très simplement et du même coup, la théorie des diviseurs de $x^2 - A$, la loi de réciprocité, et la théorie des formes réduites de Lagrange complétée par le théorème déduit de cette formule. »

MÉCANIQUE. — *Sur l'équation du mouvement des automobiles.* Note de M. A. PETOT, présentée par M. Darboux.

« J'ai indiqué récemment [1], dans une Note sur la traction mécanique, quelques résultats différant un peu de ce qui est admis dans la pratique. A ce propos, M. A. Blondel a fait remarquer [2] qu'une de mes formules était comprise, comme cas particulier, dans la suivante

$$(P + Q)\left(\iota + c + \frac{1}{g}\frac{dV}{dt}\right) + P''\rho' + Q\rho + Z \leqq P'a,$$

qu'il avait antérieurement établie, dans son Ouvrage sur la *Traction électrique*. La conclusion de sa Note est qu'une seule de mes formules, celle qui porte le n° 8, présente un caractère de nouveauté.

» Tout d'abord, pour répondre à cette dernière assertion, il me suffira de placer une autre de mes équations, celle-ci par exemple,

$$\Phi = TR + N\delta + \mathfrak{M}r\sin\varphi + I\frac{\gamma}{R},$$

(1) *Comptes rendus*, p. 1283; 23 mai 1899.
(2) *Ibid.*, p. 1441; 12 juin 1899.

en regard de la suivante

$$F = T + Pr',$$

qui lui correspond dans l'Ouvrage de M. Blondel (2e vol., p. 489). Cette dernière s'écrirait avec mes notations

$$\Phi = TR + \mathfrak{M} r \sin\varphi,$$

et l'on voit qu'elle ne tient compte ni de la résistance propre au roulement, ni de l'inertie de rotation de la roue. M. Blondel indique, il est vrai, une correction qu'il a faite en ce qui concerne l'inertie (p. 518); mais cette correction porte seulement sur le calcul de la force vive totale du véhicule et non sur la seule chose qui nous intéresse ici, à savoir l'influence de l'inertie d'une roue sur l'utilisation de l'adhérence de cette roue.

» En ce qui concerne la formule de M. Blondel, je dois reconnaître qu'elle donne effectivement la mienne, sauf le changement de notations, quand on y supprime les termes i, c et $P''\rho'$; mais on me permettra de montrer qu'elle est seulement exacte dans le cas particulier où je me suis tout exprès placé, et que l'on s'exposerait à de graves erreurs si, la considérant comme une équation générale du mouvement des automobiles, on voulait en déduire les conditions de stabilité des véhicules en marche.

» Les charges P' et P'' des divers essieux sont, en effet, essentiellement variables avec les conditions mêmes du mouvement, c'est-à-dire, en particulier, avec les valeurs de i, c et $\frac{dv}{dt}$. Si donc on déduit de la formule précédente, comme le fait M. Blondel dans son Ouvrage (p. 490 et suivantes), les valeurs maxima de i et de $\frac{dv}{dt}$, dans certains cas déterminés, le résultat obtenu ne peut être qu'approché, puisque l'on attribue ainsi à P' et P'', au lieu de leurs valeurs réelles, des valeurs moyennes estimées un peu au hasard. J'ai fait voir à ce propos que toute la charge peut même se reporter sur un seul essieu, et que c'est là une des causes fréquentes d'accidents d'automobiles; on en trouvera un exemple des plus concluants dans la *Locomotion automobile* du 25 mai dernier (p. 334).

» D'autre part, si l'on désigne par ω la vitesse angulaire d'une roue, on sait que le patinage se produit quand la vitesse linéaire ωR à la jante est différente de la vitesse d'entraînement v. On doit donc, quand on étudie l'influence des courbes sur l'adhérence, considérer deux cas, suivant que cette vitesse v est supérieure ou inférieure à la première ωR.

» Dans le premier, le glissement a lieu dans le sens même de la locomotion, et il en résulte que la force de frottement sert seulement à accélérer le mouvement de rotation, de manière à rétablir l'égalité entre v et ωR. La roue considérée se comporte donc momentanément comme si elle était traînée et non motrice, et le poids moteur se trouve ainsi diminué de toute l'adhérence de cette roue.

» Dans le second, au contraire, toute l'adhérence de la roue est utilisée, parce que le glissement relatif a lieu en sens inverse du mouvement de locomotion; et il y a seulement peut-être une légère modification dans la valeur du coefficient d'adhérence.

» Cela montre bien que, dans la formule de M. Blondel, le terme $(P + Q)c$ ne peut pas suffire en général pour marquer l'effet si complexe des courbes. D'ailleurs, dans la traction sur routes, l'influence des courbes se manifeste surtout par la force centrifuge, souvent considérable, qui en résulte. Cette force se partage à peu près entre les deux essieux en raison inverse de leurs distances au centre de gravité du véhicule, c'est-à-dire d'après une loi indépendante des conditions du mouvement. L'adhérence transversale varie, au contraire, avec ces mêmes conditions, car elle dépend pour chaque roue de la charge supportée momentanément par cette roue. Il y a là une nouvelle cause d'accidents : le véhicule n'est plus seulement exposé à basculer, mais encore à déraper. J'indiquerai ici l'un des résultats que j'ai obtenus dans cet ordre d'idées :

» Les couples qui, sous l'action d'une cause déterminée, font déraper ou basculer les véhicules vont d'ordinaire en augmentant jusqu'à l'instant où les roues commencent à patiner. Ils décroissent ensuite, si du moins il n'intervient aucune cause nouvelle agissant dans le même sens que la première.

» On voit ici combien il est nécessaire de préciser nettement le rôle de l'adhérence, dans les cas exceptionnels où les accidents peuvent se produire. Si, en effet, quand des circonstances dangereuses se présentent, la stabilité est encore assurée à l'instant où le patinage se produit, elle le sera définitivement. Peut-être donc pourra-t-on éviter un certain nombre d'accidents en faisant ainsi jouer au patinage un rôle de sauvegarde. »

PHYSIQUE. — *Sur la température du maximum de densité des solutions aqueuses des chlorures alcalins.* Note de M. **L.-C. de Coppet**, présentée par M. E. Grimaux.

« Les expériences ont porté sur des solutions des chlorures de potassium, sodium, lithium et rubidium. Tous ces sels étaient chimiquement purs. La méthode a été celle que j'ai décrite dans les *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. III; 1894. Le procédé expérimental a subi, toutefois, quelques modifications. Le cylindre en verre a été remplacé par un cylindre en cuivre, platiné à l'intérieur, dont la forme, plus rigoureusement géométrique, a permis d'utiliser le *courant extérieur* [1].

» L'état des thermomètres a été relevé à l'aide de la Photographie. Les avantages de ce procédé sont manifestes. Il permet, entre autres, l'emploi simultané d'un plus grand nombre de thermomètres. L'état de tous les thermomètres peut être relevé, au même instant, par un seul observateur. Les erreurs de lecture sont évitées, etc.

» Par contre, l'emploi de la Photographie nécessite une autre disposition des thermomètres. Au lieu de les mettre en cercle autour de l'axe vertical du cylindre, ce qui est plus avantageux au point de vue de la marche régulière des courants, on est obligé de les placer tous dans un même plan vertical. Les lectures sont faites à l'aide d'une loupe sur le négatif photographique. Elles doivent être corrigées de l'erreur de parallaxe. Cette correction est de même ordre de grandeur que celle relative aux colonnes émergentes des thermomètres.

» Il a été fait de 12 à 24 *instantanés* photographiques pour chaque expérience. On s'est servi de 10 thermomètres, dont 8 de forme spéciale, construits par M. Baudin en vue de ces recherches. 8 thermomètres étaient employés simultanément pour chaque expérience. Dans ces conditions, chaque expérience a pu fournir de 14 à 27 *valeurs particulières* de t_m (température du maximum de densité).

» Chaque valeur de t_m, portée dans le Tableau ci-après, est la moyenne des valeurs particulières correspondantes. Les températures sont celles du thermomètre à hydrogène (Table de M. P. Chappuis).

---

(1) Voir *Annales,* Mémoire cité.

Nature et poids moléculaire du corps dissous.	m. Molécules-gramme du corps dissous dans 1000gr d'eau.	t_m. Température du maximum de densité.	n. Nombre de valeurs particulières trouvées pour t_m.	$\pm\sqrt{\frac{\Sigma\Delta^2}{n(n-1)}}$. Erreur probable de t_m.	D. Abaissement de la température du maximum au-dessous de 3°,982 (¹).	$\frac{D}{m}$. Abaissement moléculaire de la température du maximum.
Chlorure de potassium M = 74,6	0,0095	3°,856	27	0°,007	0°,126	13,26
	0,0302	3,630	27	0,010	0,352	11,66
	0,1024	2,771	24	0,017	1,211	11,82
	0,1997	1,634	24	0,007	2,348	11,76
	0,2965	0,568	27	0,016	3,414	11,51
		0,563	25	0,007	3,419	11,53
	0,4113	−0,704	20	0,019	4,686	11,39
Chlorure de sodium M = 58,5	0,1006	2,675	24	0,004	1,307	12,99
	0,2019	1,293	17	0,006	2,689	13,32
	0,2981	0,037	25	0,012	3,945	13,23
	0,4004	−1,342	24	0,014	5,324	13,30
	0,5016	−2,662	24	0,023	6,644	13,25
Chlorure de lithium M = 42,48	0,0988	3,422	26	0,009	0,560	5,67
	0,2320	2,617	21	0,006	1,365	5,88
	0,4995	0,980	21	0,008	3,002	6,01
	1,0212	−2,325	26	0,020	6,307	6,18
	1,3028	−4,115	23	0,018	8,097	6,22
Chlorure de rubidium M = 120,85	0,1080	2,725	24	0,007	1,257	11,64
	0,3494	−0,071	26	0,010	4,053	11,77
	0,5007	−1,926	14	0,017	5,908	11,80

» Les résultats consignés dans le Tableau donnent lieu aux observations suivantes :

» *Chlorure de potassium.* — Si l'on écarte les deux solutions très diluées $m = 0,0095$ et $m = 0,0302$, pour lesquelles l'*erreur probable* s'élève à 5,5 et à 2,8 pour 100 de la valeur de l'abaissement D, on constate que l'abaissement moléculaire de la température du maximum de densité décroît un peu à mesure que la solution se concentre. Ce décroissement toutefois est très faible, et l'on ne peut encore être absolument certain de son existence. L'*erreur probable* calculée ne tient pas compte, naturellement, des erreurs constantes inconnues.

(¹) Température, d'après mes expériences, du maximum de densité de l'eau pure (*Annales*, Mémoire cité).

» *Chlorure de sodium.* — Les expériences ne permettent de conclure ni à une augmentation, ni à une diminution de l'abaissement moléculaire. Le rapport $\frac{D}{m}$ oscille autour de 13,3 environ.

» *Chlorure de lithium.* — L'abaissement moléculaire *croît* à mesure que la solution se concentre. Cet accroissement me paraît trop accentué pour pouvoir être attribué uniquement à des erreurs d'expérience.

» *Chlorure de rubidium.* — Même observation que pour le chlorure de sodium.

» Les chlorures de potassium et de rubidium abaissent à peu près également la température du maximum de densité de l'eau. L'abaissement moléculaire produit par ces deux sels est sensiblement la *moitié* de celui que j'ai trouvé pour le chlorure de baryum (23,88 à 24,04) (¹). L'abaissement moléculaire produit par le chlorure de sodium est du même ordre de grandeur que celui produit par les chlorures de potassium et de rubidium, quoique un peu plus marqué que ces derniers.

» L'abaissement moléculaire produit par le chlorure de lithium est *moitié moins grand que celui produit par les autres chlorures alcalins.* Ce résultat inattendu me paraît digne d'attention.

» J'ai cherché la température du maximum de densité d'une solution contenant un *mélange* de 0,270 molécule-gramme de chlorure de sodium et 0,270 molécule-gramme de chlorure de lithium dans 1000^{gr} d'eau. D'après le Tableau ci-dessus on trouve que 0,270 molécule-gramme de chlorure de sodium abaisse la température du maximum de 3°,59 environ, et que la quantité équivalente de chlorure de lithium l'abaisse de 1°,61 environ. Si les deux effets s'ajoutent, on doit trouver pour le mélange

$$t_m = 3,98 - (3,59 + 1,61) = -1,22.$$

J'ai trouvé expérimentalement $t_m = -1°,340$, avec une *erreur probable* de $\pm$ 0°,008. »

OPTIQUE. — *Sur un phakomètre à oscillations.* Note de M. **Ch. Dévé**, présentée par M. A. Cornu.

« Cet instrument sert à mesurer avec précision les courbures des surfaces optiques, leurs distances focales, leurs aberrations, etc. Il est basé

(¹) *Comptes rendus,* t. CXXV, p. 583; 1897.

sur la détermination de la position exacte d'une image au moyen de l'artifice suivant.

» Le système optique produisant l'image à observer est disposé de façon à pouvoir osciller autour d'un axe voisin de l'image; si l'on observe l'image à l'aide d'un oculaire et d'un réticule, on la voit suivre les oscillations de l'appareil à moins qu'elle ne soit exactement sur l'axe même d'oscillation ou dans le plan normal à la direction du pointé et contenant cet axe; si l'image passe de dessus en dessous de l'axe, son oscillation change de sens par rapport à l'oscillation de l'appareil; on peut donc distinguer immédiatement dans quel sens il convient de déplacer l'image pour la ramener à hauteur de l'axe; on effectue ce déplacement, et, lorsque l'image paraît tout à fait immobile, l'on mesure la distance de l'axe à la surface optique.

» La pièce à examiner est placée sur un plateau mobile verticalement à l'aide d'un double mécanisme de mouvement lent et mouvement rapide, dans une cage composée de trois montants en acier de $0^{m},80$ de hauteur réunis par des entretoises en demi-cercle. Sur deux des montants coulissent des chariots porte-tourillons qu'on peut fixer à une hauteur quelconque. Le troisième montant porte une division métrique sur laquelle un microscope permet de lire la distance de la surface optique à l'axe du tourillon.

» Le bâti de l'appareil est en fonte et présente, à des hauteurs échelonnées, quatre paires de V dans lesquels on peut, à volonté, poser les tourillons.

» Une manivelle donne l'oscillation à la cage. A la partie supérieure, se trouve un oculaire positif et un réticule éclairé à l'aide d'une lame de glace parallèle, par une lampe quelconque ou par un bec à lumière sodique. C'est l'image de ce réticule produite par la surface ou par le système à examiner qu'on observe dans l'oculaire.

» Les dispositions relatives des pièces optiques et la marche de la lumière sont les mêmes que dans le foco-aberromètre de M. Laurent ([1]).

» Dans le cas d'une courbure concave, la surface est centrée sur le réticule et l'oscillation a lieu autour d'un axe compris dans son plan.

» Dans le cas d'un système convergent, son foyer est amené dans le plan réticulaire et un miroir plan, placé sous le système, renvoie l'image dans le plan focal; l'oscillation a encore lieu autour du même axe que ci-dessus.

([1]) *Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale*, 1891.

» Dans le cas d'une courbure convexe ou d'un système divergent, on fixe un objectif auxiliaire sous le réticule pour former une image de celui-ci à hauteur d'une des paires de V inférieures convenablement choisie pour y établir l'axe d'oscillation.

» On opère alors par rapport à cette image auxiliaire comme on a opéré autour du réticule lui-même, dans le cas d'une courbure concave. Il existe un jeu d'objectifs auxiliaires de différentes distances focales qu'on emploie suivant la grandeur des rayons ou des focales à mesurer; ces objectifs ne participent pas à l'oscillation.

» Pour les mesures qui dépassent un peu les dimensions de l'appareil, le procédé présente une heureuse application des lentilles sphériques rigoureusement aplanétiques en tous les points de leur surface pour deux points conjugués particuliers; ces lentilles, fixées dans la cage oscillante, donnent toujours une image exempte d'aberration, quelle que soit l'amplitude de l'oscillation; elles permettent de reporter sur les axes des V extrêmes les images qui se formeraient trop haut ou trop bas.

» Pour les très grandes courbures, on peut encore utiliser l'instrument en mesurant les distances respectives d'un objet et de son image à la pièce ou à la surface examinée; l'image étant amenée à hauteur d'un axe, sa position est déterminée par l'oscillation; dans ce cas les rayons et les focales se déduisent par une méthode analogue à celle qu'on emploie avec le focomètre de Abbe basé sur la mesure des grossissements.

» Un barillet oscillant spécial, établi d'après le principe du *tourniquet* du lieutenant-colonel Moessard [1], sert à déterminer les points nodaux des objectifs.

» Pour exécuter une lecture sur la graduation de l'appareil, on bloque la cage et l'on fait reposer sur le centre de la surface examinée l'extrémité du support du microscope; un niveau solidaire du microscope permet de le placer toujours normalement à la graduation, pour toutes les observations.

» L'accroissement de précision obtenu par le système d'oscillation est facile à constater de la façon suivante : la mise au point étant réglée sans le secours de l'oscillation, mais de façon que le hochement de l'œil n'accuse aucune parallaxe entre le réticule et son image, la mise en mouvement de la cage produit encore généralement un va-et-vient très sensible de l'image; un léger déplacement du système optique rétablit alors l'immobilité. Le

---

[1] P. Moessard, *Étude des lentilles et des objectifs photographiques*, Gauthier-Villars; 1889.

degré de précision est analogue à celui qu'on obtient en déterminant la position de l'image, d'après les différences de pointés observées lorsqu'on déplace, sur la surface de la lunette, un écran percé d'une fente, suivant la méthode de M. Cornu ([1]).

» Un autre avantage du dispositif est de baser les mesures sur l'examen d'une très petite région de chaque surface, ce qui permet de comparer entre elles les différentes régions d'une même surface; avec un simple éclat d'une lentille, on peut déterminer ses courbures.

» Sauf dans le cas des très grands rayons ou des très grandes focales, toutes les mesures sont obtenues directement ou par simples différences.

» L'image d'un quadrillage microscopique placé près du réticule est commode pour apprécier d'un coup d'œil la qualité des pièces soumises à l'essai.

» L'appareil se prête enfin à la mesure des indices de réfraction des lentilles, par la méthode d'autocollimation directe de M. Ad. Martin ([2]). »

SPECTROSCOPIE. — *Sur un spectroscope de laboratoire à dispersion et à échelle réglables*. Note de M. **A. de Gramont**, présentée par M. A. Cornu.

« Il est à peu près impossible de construire des spectroscopes de pouvoir dispersif et d'échelle micrométrique identiques entre eux, et tels que le repérage d'une raie donnée quelconque soit lu sur une même division dans tous les appareils, la coïncidence s'étendant d'un bout du spectre à l'autre.

» Deux instruments construits dans le même atelier, avec des pièces semblables et des prismes de même coulée, ne peuvent fournir des observations comparables entre elles qu'après avoir été ramenés à une commune mesure, la longueur d'onde λ, quantité constante et caractéristique d'une même raie ([3]). Cette réduction se fait, on le sait, par une Table ou une courbe dressée une fois pour toutes et spéciale à chaque appareil.

([1]) *Travaux et Mémoires du Bureau international des Poids et Mesures*, t. X; 1893 : Rapport de M. A. Cornu; Gauthier-Villars.

([2]) *Annales de l'École Normale supérieure*, 1881.

([3]) On emploie aussi l'inverse de la longueur d'onde $\frac{1}{\lambda}$, proportionnel au nombre de vibrations par seconde, et appelé *fréquence d'oscillation*.

» On obtient de cette manière seulement, des indications précises. Mais si, dans des recherches courantes de laboratoire, on veut comparer rapidement, aux planches d'un atlas, des spectres de flamme, de bandes diffuses ou cannelées, et surtout confronter l'aspect général observé, on regrette de ne pas trouver de correspondance entre l'échelle de la planche et celle de l'appareil. C'est cette correspondance que j'ai cherché à rendre réalisable à volonté entre des planches données d'un atlas de spectres prismatiques, et les lectures directes, faites dans l'instrument ordinaire à un prisme en flint, tel qu'il est partout en usage depuis Bunsen et Kirchhoff, en établissant rapidement dans le champ de l'appareil l'échelle adoptée.

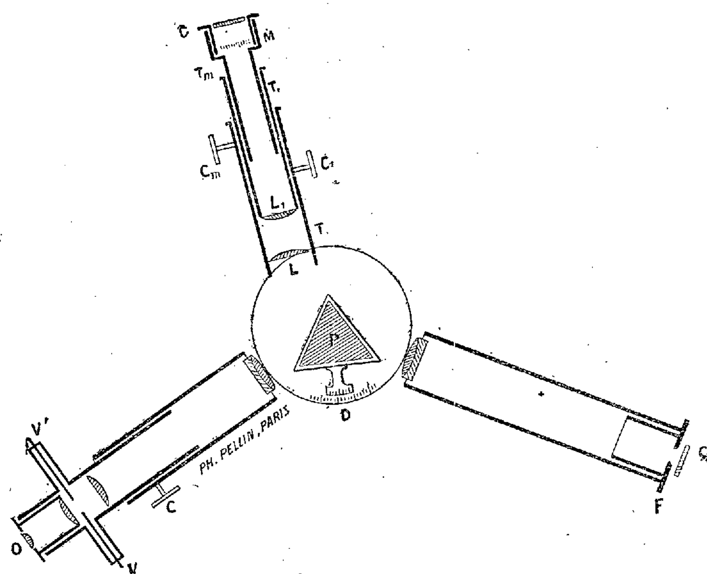
» Il faut, pour cela, faire varier deux termes de l'observation :

» 1° L'échelle micrométrique, c'est-à-dire l'équidistance de deux des traits consécutifs qui la composent;

» 2° La dispersion apparente, c'est-à-dire les rapports entre les distances angulaires des différentes parties du spectre.

» J'ai cherché à réaliser ces *desiderata* au moyen du dispositif représenté schématiquement dans la figure ci-dessous :

Fig. 1. — Spectroscope à micromètre et dispersion réglables.



P, prisme en flint mobile autour de son arête, ses déplacements sont lus sur la division D. — F, fente du collimateur, recouverte d'une plaque de quartz Q. — C, crémaillère de l'oculaire O, de la lunette. — V, V', volets destinés à isoler dans le champ une partie du spectre. — M, division micrométrique éclairée à travers une glace dépolie G, et solidaire du tube T_m commandé par la crémaillère C_m. — L, lentille fixe dans le tube T. — L_1, lentille mobile avec le tube T_1 commandé par la crémaillère C_1.

» L'échelle micrométrique ordinaire M (15^{mm} en 250 parties), destinée à être réfléchie dans le champ de l'oculaire O, est au foyer de deux lentilles L et L_1 achromatiques ([1]), plan-convexes, les parties bombées en crown à l'intérieur et se regardant, de distance réciproque variable depuis le contact jusqu'à près de 50^{mm}, et fonctionnant ainsi comme un seul objectif dont le foyer varierait entre 95^{mm} et 108^{mm} de distance focale principale.

» Cet écartement des lentilles, réglé par le bouton de crémaillère C_1, est lu sur un vernier dépendant du tube extérieur T en suivant le déplacement des traits d'une graduation en demi-millimètres, portée par le tube médian T_1. A chaque valeur du foyer variable du système LL_1 correspond une mise au point particulière du micromètre M, repérée sur un second vernier fixé au tube médian T_1, en lisant le déplacement d'une seconde graduation pareille à la première mais portée sur le tube intérieur T_m, commandé par le bouton de crémaillère C_m. Dans ces conditions, le prisme étant au minimum de déviation pour la double raie du sodium, si nous prenons pour repères les deux raies des extrémités visibles du spectre de l'hydrogène H_α(656,3) et H_δ(410,2), c'est-à-dire C et *h* de Frauenhofer, elles seront distantes sur le micromètre de 107,2 divisions avec le grossissement maximum (L, L_1, au contact) et de 120,7 divisions avec le grossissement minimum (L, L_1, à leur plus grand écartement). Comme on le voit, l'emploi d'un semblable système de micromètre à grossissement variable permet de projeter, entre les extrémités d'un faisceau d'angle donné, un nombre voulu de divisions d'une échelle choisie, c'est-à-dire de diviser cet espace angulaire en tel nombre de traits qu'il convient pour le but proposé.

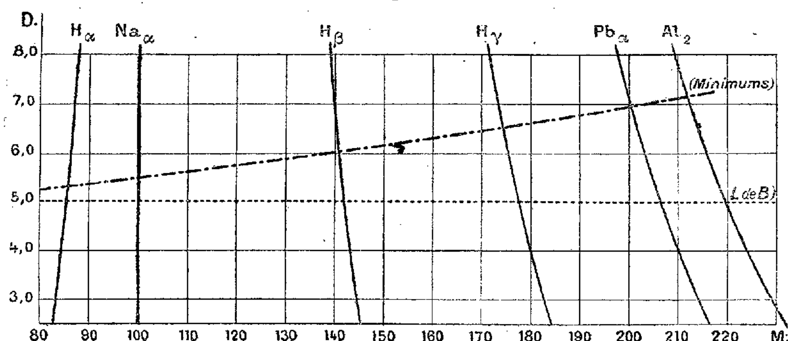
» Pour faire varier la dispersion du faisceau émergeant du prisme, j'ai tenu à employer un procédé simple et facile à mettre en pratique dans les appareils d'usage courant. J'ai donc écarté tout système de prismes supplémentaires compensateurs ou à angle variable et à liquide. J'ai eu recours uniquement au déplacement du prisme ordinaire P, autour de son arête réfringente et au voisinage des minima de déviation. On reconnaît alors aisément qu'un léger mouvement de rotation du prisme augmente ou diminue notablement la dispersion, c'est-à-dire que le spectre s'est resserré ou dilaté, et que les positions réciproques des raies ont varié sur l'échelle micrométrique, celle-ci gardant, bien entendu, même valeur à un grossissement constant et étant ramenée à une même origine $Na_\alpha = 100$, par exemple. Le prisme P a donc été fixé sur une plate-forme mobile et portant un vernier dont les déplacements sont lus en degrés et dixièmes de degré sur la platine divisée D de l'appareil ou sur le boisseau.

» La *fig.* 2 donnera un exemple des variations de dispersion ainsi produites. Ces

([1]) L'achromatisme de ces lentilles n'a pas été indiqué sur la *fig.* 1.

courbes ont été obtenues avec un prisme en flint de densité 3,90, dont les indices pour les différentes raies sont : H_α 1,6457; Na_α 1,6497; H_β 1,6630; H_γ 1,6745; Pb_α 1,6829; Al_2 1,6872.

Fig. 2.



En abscisses sont portées les divisions de l'échelle micrométrique qui subit ici un grossissement intermédiaire, les lentilles L, L_1 étant écartées de 22mm,5. Les ordonnées (1) représentent en degrés et dixièmes de degré les déplacements du prisme P, lus en D (*fig.* 1), à partir d'une origine arbitraire et au voisinage des minima de déviation dont les positions, indiquées approximativement pour chacune des raies considérées, sont sur une droite oblique.

» Les courbes indiquent pour chaque position du prisme la coïncidence sur l'échelle des raies de l'hydrogène H_α(656,3), H_β(486,1), H_γ(434,0), du plomb Pb_α(405,8), et enfin de la ligne la plus réfrangible du doublet violet extrême de l'aluminium Al_2(394,4). A chaque déplacement du prisme, l'échelle rejetée hors du champ de l'oculaire était toujours ramenée au repérage $Na_\alpha = 100$. Toute parallèle à l'axe des abscisses indiquera donc par son intersection avec chacune des courbes la dispersion et la position micrométrique des raies pour la valeur correspondante de l'ordonnée. C'est ainsi qu'ayant pris pour type d'échelle et de dispersion à réaliser celles des Planches et du texte des *Spectres lumineux* de M. Lecoq de Boisbaudran, on en obtient la reproduction dans l'appareil, avec les conditions de la *fig.* 2, en plaçant le prisme à 5°,0. Les positions des raies sur l'échelle sont alors indiquées par la ligne pointillée, parallèle à l'axe des abscisses et marquée L. de B.; le prisme est alors au voisinage du minimum de H_α.

» J'ai construit des courbes analogues pour des prismes d'indices différents et pour des grossissements variés; les positions des prismes en flint ne s'y écartent guère des minima de déviation des raies visibles aux extrémités du spectre; la netteté et la pureté des raies ne sont donc pas altérées. La graduation de l'appareil pourrait être faite par le constructeur qui le livrerait avec les indications permettant d'avoir immédiatement telle

(1) Pour des valeurs croissantes des ordonnées le rayon incident s'éloigne de la normale.

échelle désirée. La plus pratiquement avantageuse est celle de M. de Boisbaudran [1] dont le Livre et les Planches sont dans tous les laboratoires et renferment des Tables fort précises de transformation des divisions micrométriques en longueurs d'onde. On éviterait ainsi toute construction de courbe. M. Ph. Pellin a fait exécuter sur mes indications, avec beaucoup de soin et d'habileté, le nouveau dispositif que je viens de décrire, et qui peut être adapté facilement et à peu de frais aux instruments existant déjà.

» L'étude de la variation de la dispersion avec l'incidence m'a conduit à des recherches expérimentales plus précises et plus étendues que j'espère pouvoir faire connaître prochainement. »

ÉLECTRICITÉ. — *Au sujet d'une Note de M.* Pellat, *sur la polarisation des diélectriques*. Note de M. **Liénard**, présentée par M. Potier.

« M. Pellat (*Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 1312 en note) indique que, contrairement à ce qu'il avait pensé antérieurement, la théorie de la polarisation fictive des diélectriques conduit dans le cas qu'il examine aux mêmes conséquences que les autres théories, mais se demande si l'accord persisterait dans tous les cas imaginables.

» Nous nous proposons de faire voir qu'il en est bien ainsi.

» Dans son *Électrostatique non fondée sur les lois de Coulomb*, M. Pellat trouve comme expression de l'énergie (§ 38)

$$W = \tfrac{1}{2}\Sigma MV, \tag{1}$$

expression que M. Vaschy (*Théorie de l'Électricité*, p. 89) a montré être identique à $\frac{1}{8\pi}\int KH^2\,d\omega$, K étant le pouvoir inducteur spécifique et H la force électrique en un point du champ. Cette dernière forme est celle de Maxwell (*Traité*, t. I, § 111).

» Il suffit donc de faire voir que les lois de Coulomb conduisent encore à la même relation (1) où M est une charge électrique vraie. Nous pourrons faire le raisonnement de plusieurs manières.

» Dans la théorie de Poisson, il y a simplement séparation des deux électricités sur chaque cellule conductrice du diélectrique. Distinguons le

---

(1) Son échelle a été adoptée dans les Ouvrages allemands, notamment dans la *Praktische Spektralanalyse* de H.-W. Vogel; Berlin, 1889.

potentiel vrai ψ, qui est constant sur chaque cellule et varie rapidement de l'une à l'autre, d'avec la fonction V qui diffère très peu de ψ en chaque point, mais dont les variations sont continues, fonction V que l'on introduit seule dans l'expression de la loi de Gauss. e étant une charge diélectrique, vraie ou produite par la polarisation, W dans la théorie de Coulomb sera égal à $\frac{1}{2}\Sigma\psi e$. Mais pour chaque cellule du diélectrique la charge totale est nulle, ψ constant et la partie de W y relative sera nulle. On aura donc simplement $W = \frac{1}{2}\Sigma\psi M$ ou $\frac{1}{2}\Sigma MV$ en remplaçant maintenant ψ par V qui en diffère très peu.

» Si nous suivons, au contraire, la marche indiquée par Helmholtz (*Wiedemann's Annalen*, t. XIII) nous conduirons notre raisonnement de la manière suivante :

» Si la polarisation fictive $I = \frac{K-1}{4\pi} H$ du diélectrique restait constante dans un déplacement, l'énergie aurait pour expression

$$\frac{1}{8\pi}\int H^2\,d\omega, \tag{2}$$

de même qu'elle est $\frac{1}{8\pi}\int H^2\,d\omega$ pour un système d'aimants permanents. En réalité, lors d'une déformation du système, la polarisation varie avec la force électrique et le travail n'est plus égal à la diminution de (2).

» Remarquons que, pour évaluer le travail dans un déplacement, nous pouvons tout aussi bien, au lieu de (2), prendre l'expression

$$\frac{1}{8\pi}\int H^2\,d\omega + 2\pi\int \frac{I^2}{K}\,d\omega, \tag{3}$$

qui n'en diffère que par une quantité constante lorsque l'on suppose la polarisation invariable.

» Mais Helmholtz démontre que (3) est un minimum dans l'état d'équilibre. Autrement dit, si la polarisation varie à partir de la valeur d'équilibre, la variation de (3) est du deuxième ordre, et négligeable (*cf.* aussi Duhem, *Théorie de l'aimantation par influence*). Le travail sera donc égal à la diminution de (3) que l'on peut prendre comme fonction W. Or, en remplaçant I par $\frac{K-1}{4\pi} H$, (3) se transforme en $\frac{1}{8\pi}\int K H^2\,d\omega$. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Résultats des observations séismiques faites en Grèce de* 1893 *à* 1898. Note de M. **D. Eginitis**, présentée par M. M. Lœwy.

« Pendant les six dernières années, 1893-1898, on a enregistré, dans toute la Grèce, 3187 séismes ([1]); la moyenne annuelle qui en résulte est de 531. Ce chiffre serait certainement beaucoup plus grand si nous avions eu, dès la première année de la création de notre service géodynamique, en 1892, des observateurs en tout lieu du royaume, comme aujourd'hui.

» Les séismes en question sont répartis comme il suit dans les six années considérées :

1893......	876	1895......	491	1897......	237
1894......	659	1896......	508	1898......	416

» Cette statistique montre que les tremblements de terre ont été sensiblement plus fréquents en Grèce dans les deux premières années des observations, et principalement en 1893. D'un autre côté, si l'on tient compte que, pendant ces années, le nombre des observations était relativement très restreint, on doit attribuer à l'excès en question une importance bien plus grande que celle qu'indiquent les chiffres ci-dessus. Il y a, paraît-il, des périodes paroxysmales de l'énergie séismique, périodes qui sont suivies d'une diminution graduelle de la fréquence et de l'intensité des tremblements de terre; d'après les résultats précédents, pendant les années 1893 et 1894, nous avons traversé une de ces périodes séismiques. En effet, ces années se distinguent par une série de grands séismes, parmi lesquels on doit citer ceux de Zante, de Thèbes et de la Locride en Grèce, ainsi que ceux de Constantinople et de la Sicile à l'étranger. Ces tremblements de terre, très forts, ont été d'ailleurs accompagnés par un grand nombre de petits en plusieurs endroits de l'Europe orientale et de l'Asie Mineure. Cette partie de la surface terrestre, qui a subi des dislocations et, en général, des modifications géologiques très importantes, contient probablement un grand réseau de cassures souterraines, et semble soumise à des transformations continues se manifestant de temps à

([1]) Les observations détaillées vont être publiées dans le Tome II des *Annales de l'Observatoire d'Athènes*.

autre par les tremblements de terre. Les pays maltraités sont-ils situés sur une même ligne de dislocation ou sur plusieurs? Nous l'ignorons. Toujours est-il que le foyer séismique de la Méditerranée se maintient dans des régions dont l'évolution géologique n'est pas terminée.

» D'après notre statistique, les séismes sont plus fréquents dans les mois de mars, avril, mai et décembre; le maximum mensuel, que représente le chiffre de 395, s'est produit au mois de mai, et le minimum, qui est de 154, au mois d'octobre. L'énergie séismique va en croissant graduellement du commencement de l'année jusqu'au mois de mai; ensuite elle diminue jusqu'au mois d'octobre; dans les mois de septembre et de décembre elle présente deux maxima secondaires, dont le second est assez accentué. Les 3187 séismes sont distribués de la manière suivante dans les quatre saisons météorologiques :

Hiver... 755 Printemps... 1077 Été... 767 Automne... 588

» C'est donc au printemps qu'appartient le maximum, et à l'automne le minimum; les deux autres saisons ne diffèrent pas sensiblement. Mais ces résultats ne sont pas d'accord avec ceux de diverses autres statistiques; suivant celles-ci, les tremblements de terre sont plus fréquents dans la saison froide que dans la saison chaude. Cette discordance montre qu'on doit être très réservé en ce qui regarde les conclusions tirées des statistiques séismiques relativement à la fréquence des séismes dans les différentes saisons de l'année, d'autant plus que, dans chacune de ces statistiques, on voit que les conclusions tirées des moyennes ne s'appliquent qu'à quelques-unes des années séparément; le maximum et le minimum ne correspondent pas toujours au même mois ni à une même saison.

» Le nombre des tremblements de terre serait plus grand la nuit que le jour; nous avons 1833 séismes la nuit et 1354 le jour. Le maximum de fréquence, représenté par le chiffre 347, s'est produit entre 4^h et 6^h du matin, et le minimum, 176, entre 8^h et 10^h du matin aussi. Les résultats des statistiques antérieures ne s'accordent qu'en partie avec les nôtres; elles indiquent également que les secousses sont plus nombreuses la nuit que le jour, mais les heures du maximum et du minimum ne coïncident pas avec celles que nous venons de citer.

» L'excès de la fréquence des séismes nocturnes est difficile à expliquer aujourd'hui. Et d'abord est-il réel? Il est très probable, comme on l'a dit souvent, qu'il est dû à ce que, pendant la journée, les secousses faibles sont

difficilement perçues, et la discordance des heures des maxima et des minima diurnes, que nous venons d'indiquer, vient à l'appui de cette hypothèse. Mais il n'est pas certain que nous avons là la seule cause de ce fait et qu'il n'existe pas un excès réel dans la proportion des secousses nocturnes. Cette question ne sera résolue avec certitude que le jour où les sismographes seront répandus partout.

» La répartition des séismes dans les différentes phases de notre satellite montre que le maximum du phénomène se présente avec la pleine Lune et le minimum avec la nouvelle; ce résultat est contraire à la conclusion des recherches de A. Perrey, suivant laquelle il y a une liaison intime entre les syzygies lunaires et les maxima des séismes, qui seraient produits par les marées dues à l'attraction lunaire sur la masse interne de la Terre. Outre la grande improbabilité que, pour plusieurs raisons basées sur la théorie et les observations, possède cette hypothèse, les chiffres des séismes, 1636 dans les syzygies et 1532 dans les quadratures, présentent d'ailleurs une différence trop petite pour qu'on puisse en tirer un argument favorable.

» Notre statistique ne montre également aucun rapport entre la fréquence des séismes et la position de la Lune dans son orbite. Le chiffre des tremblements de terre qui se sont produits avec la Lune au périgée ne diffère pas beaucoup de celui des séismes qui ont eu lieu avec la Lune à l'apogée; le premier est de 558 et le second de 603. D'ailleurs, des six années d'observation, trois ont le maximum avec le périgée et les trois autres avec l'apogée lunaire.

» Les séismes sont plus fréquents à l'aphélie qu'au périhélie de la Terre; le nombre des premiers est presque le double de celui des seconds. Il est évidemment difficile d'admettre que la cause de ce fait dépend de la distance de notre planète au Soleil; mais s'il arrivait le contraire, on pourrait peut-être alors y attribuer quelque influence. Cependant ce fait, qui, s'il n'est pas accidentel, relève très probablement d'une autre cause, sert à nous conduire à la conclusion *négative* que la distance de la Terre au Soleil ne peut pas influencer la fréquence des séismes. Cette conclusion, combinée avec les précédentes, relatives à la Lune, montrerait que l'hypothèse des marées internes n'est pas fondée. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la constitution des oxydes des métaux rares.* Note de MM. **G. Wyrouboff** et **A. Verneuil**, présentée par M. Henri Moissan.

» Dans un Mémoire étendu sur les terres rares [1], nous avons indiqué les raisons qui nous avaient déterminés à garder les anciennes formules, et montré qu'il n'existait aucun argument d'ordre chimique en faveur de la trivalence de Ce, La, Di, et de la tétravalence du thorium. Il est un point cependant que nous avons intentionnellement négligé d'examiner parce qu'il méritait une étude spéciale.

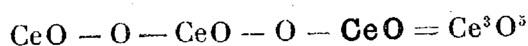
» On sait que plusieurs des hydrates des sels formés par les oxydes inférieurs des métaux rares ont un nombre de molécules d'eau qui ne devient entier que lorsqu'on le multiplie par 3. Tels les hydrates $(SO^4Ce)^3 8Aq$ et $(SO^4Ce)^3 5Aq$. D'autre part, dans un certain nombre de sels doubles, trois molécules d'oxyde céreux sont combinées à une molécule d'un sel de monoxyde, comme, par exemple, dans les composés $3SO^4Ce, SO^4K^2$, $3SeO^4Ce, SeO^4(NH^4)^2$, etc. On a tiré de là un argument en faveur de la trivalence de Ce. Cet argument n'a pas en soi une grande valeur, car, outre qu'il existe un grand nombre d'hydrates et de sels doubles dans lesquels cette particularité ne se présente pas, comme $SO^4Ce, 3Aq$ et $4Aq$, SO^4Ce, SO^4K^2, etc., on connaît des hydrates comme $(SO^4Cd)^3 8Aq$ et des sels comme $5HgCl^2, RbCl$, sans qu'il soit venu à l'idée de personne de mettre en doute la bivalence du cadmium et du mercure. D'ailleurs, ceux-là mêmes qui acceptent cet argument comme valable admettent la tétravalence du thorium qui donne un sel double de la forme SO^4Th, SO^4K^2. Il faut reconnaître pourtant que la présence d'une molécule triple se manifeste avec une singulière fréquence dans les combinaisons des terres rares; il semble y avoir là un phénomène anormal dont il nous a paru intéressant de rechercher la cause.

» Un fait tout à fait inattendu va nous mettre sur la voie. Lorsqu'on évapore à 60°-70° une solution de sulfate de l'un quelconque des oxydes CeO, LaO, DiO, YO, dans de l'acide nitrique concentré, on obtient des corps très bien cristallisés qui ont pour formule générale $2(SO^4M)N^2O^6M.nH^2O$, n étant égal à 2 pour les composés de CeO et LaO et à 6 pour ceux de DiO et YO. Ces composés sont extrêmement stables et peuvent être recristallisés dans NO^3H concentré sans qu'une nouvelle quantité de SO^3

---

(1) *Bulletin de la Société chimique*, 3e série, t. XXI, p. 118; 1899.

soit déplacée. En évaporant une solution d'oxalates de ces oxydes dans ClH concentré, on obtient tout aussi facilement, comme M. Job l'a montré récemment ([1]), les composés cristallisés $2(C^2O^4M)Cl^2M, 6H^2O$ également très stables et pouvant être recristallisés dans ClH sans aucune décomposition. L'existence de ces curieux composés, qui apparaissent comme des paradoxes thermochimiques, montre que la molécule d'oxyde qui existe dans le sulfate ou l'oxalate est triple, et telle que l'un des MO a des fonctions chimiques fort différentes de celles des deux autres. Présentée sous cette forme et sans préjuger en rien la structure de la molécule complexe, cette conception n'est en somme que l'expression d'un fait d'observation. Mais on peut aller plus loin, et tenter de l'appliquer à l'interprétation d'autres faits non moins singuliers. Si, conformément à ce que nous venons de dire, on donne au monoxyde de cérium la forme CeO — CeO — **CeO** on conçoit qu'il puisse y avoir deux oxydes supérieurs très différents. Suivant que l'oxygène se porte sur les deux premières, ou la dernière molécule, leurs formules doivent être



$$CeO - O - CeO - O - \mathbf{CeO} = Ce^3O^5$$

ou

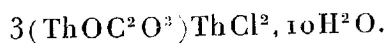


$$CeO - CeO - \mathbf{CeO} - O = Ce^3O^4 ;$$

ce sont là en effet les formules de l'oxyde cérosocérique et du peroxyde obtenu par l'action de l'eau oxygénée en milieu acide ([2]).

» Ces deux oxydes sont essentiellement différents par l'ensemble de leurs propriétés, comme cela doit être si notre interprétation est exacte. Mais il existe deux autres oxydes bien caractérisés du cérium, l'oxyde Ce^6O^7 qui se comporte dans les sels comme un mélange de Ce^3O^4 et de $3CeO$, et l'oxyde Ce^2O^3 qui se comporte comme un mélange de Ce^3O^5 et de Ce^3O^4. Il faut en conclure que la molécule de CeO telle qu'elle existe dans les sels saturés est sextuple et les deux oxydes que nous venons de citer deviennent CeO — CeO — CeO — CeO — CeO — **CeO** — O et CeO — O — CeO — O — CeO — CeO — CeO — **CeO** — O.

» Cette façon de voir trouve une confirmation très intéressante dans les sels de thorium. Lorsqu'on évapore la solution chlorhydrique de l'oxalate thorique on obtient un corps bien cristallisé et très stable

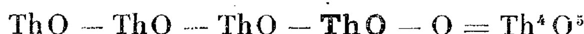


$$3(ThOC^2O^3)ThCl^2, 10H^2O.$$

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 246; 1898.

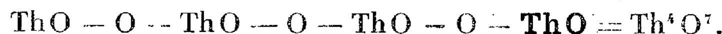
([2]) En milieu alcalin il se fait un oxyde plus oxygéné encore mais qui n'est qu'une combinaison de Ce^3O^5 et de H^2O^2 ou d'un peroxyde alcalin.

Nous en concluons, comme nous l'avons fait pour le cérium, que la molécule de l'oxyde de thorium est quadruple, que les trois premiers termes se comportent chimiquement autrement que le dernier, et que sa formule est, par conséquent, $ThO - ThO - ThO - \mathbf{ThO}$. Si cela est, nous pourrons avoir pour la thorine deux oxydes de caractères différents



$$ThO - ThO - ThO - \mathbf{ThO} - O = Th^4O^5$$

et un peroyde



$$ThO - O - ThO - O - ThO - O - \mathbf{ThO} = Th^4O^7.$$

Le premier n'existe pas ou du moins n'a pu être obtenu jusqu'ici; le second est le peroxyde qu'on obtient par l'action de H^2O^2 sur un sel saturé quelconque de thorium, le sulfate par exemple. On voit de plus que l'acide existant dans ce sel doit rester attaché à $\mathbf{ThO}$, et que la formule du corps précipité par H^2O^2 doit être $Th^4O^7.SO^3$. Telle est, en effet, la composition de ce corps qui, dans les idées admises et quelle que soit la valence qu'on attribue au thorium, paraît fort bizarre, et qui, comme on le voit, s'explique de la façon la plus simple.

» Il est un autre ordre de faits très singuliers que l'existence d'une molécule multiple explique aisément. On sait que les sulfates des terres de la cérite et de la thorine déshydratés se dissolvent avec la plus grande facilité dans l'eau à 0°; leur solubilité diminue beaucoup lorsque l'un quelconque des hydrates possibles s'est formé. Or, le sulfate anhydre ne cristallise à aucune température, même lorsque la solution est additionnée de son volume de SO^4H^2 et qu'on évapore à 100°. Dans les conditions les plus défavorables à l'hydratation, c'est toujours un hydrate qu'on obtient. Comment admettre dès lors l'existence d'un corps anhydre à 0°? On conçoit, au contraire, très bien que la chaleur employée pour la déshydratation détruit la molécule complexe : $(CeSO^4)^3$ ou $(ThSO^4)^4$ et la ramène à l'état de molécule simple $CeSO^4$ ou $ThSO^4$, qui peut avoir des propriétés fort différentes, et exister à l'état anhydre.

» L'élévation de la température provoque la reproduction de la molécule complexe, qui, elle, ne peut exister qu'à l'état hydraté. Ainsi s'expliqueraient toutes les anomalies observées dans la solubilité des sulfates des terres rares.

» Nous pensons, du reste, que cette propriété de constituer des molécules multiples d'apparence simple n'est pas exclusive aux terres rares, qu'elle se rencontre dans beaucoup d'autres oxydes, sinon dans tous, et qu'elle permet d'interpréter un grand nombre de faits restés jusqu'ici fort obscurs. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du chlorure et du bromure ferriques sur quelques carbures aromatiques et leurs dérivés de substitutions halogénées.* Note de M. V. **Thomas**, présentée par M. Troost.

« Dans une Communication précédente (1), j'ai eu l'honneur de signaler à l'Académie la réaction intéressante que donne le chlorure ferrique en réagissant sur le paradibromophène. Au lieu d'obtenir, comme le faisait prévoir le rôle chlorurant du chlorure ferrique (2), différents termes de la série des chlorobromures de formule générale $C^6H^{4-n}Cl^nBr^2$, nous avions pu caractériser, dans les produits de la réaction, des chlorobromures ne renfermant qu'un atome de brome, le pentachlorobromophène par exemple, C^6Cl^5Br (3).

» Depuis cette époque, j'ai continué patiemment la séparation de ces chlorobromures et je suis arrivé à isoler plusieurs termes de cette série dont plusieurs n'ont pas encore été mentionnés. Ces composés correspondent aux formules suivantes :

C^6H^4ClBr (1,4); point de fusion,	67°,	déjà décrit par Griess et Körner.
$C^6H^2Cl^3Br$; »	93°,	non décrit.
$C^6H^2Cl^3Br$ »	138°,	non décrit.

» Les deux derniers se présentent sous forme de fines aiguilles, facilement sublimables et se dissolvant bien dans les solvants usuels, alcool, benzène, etc. Les résultats me permettent d'éclaircir un point sur lequel j'avais déjà attiré l'attention. Pour expliquer les faits, j'avais admis que la réaction donnant naissance à ces chlorobromures se passait en deux phases. Dans l'une, il y avait substitution d'un atome de chlore à un atome de brome; dans l'autre, chloruration du chlorobromure primitivement obtenu. L'étude incomplète des produits de la réaction ne m'avait pas permis alors de déterminer laquelle de ces deux phases s'effectuait la première. La formation, dans l'attaque du paradibromophène par le chlorure ferrique, du composé C^6H^4ClBr permet d'affirmer que la substitution précède la chloruration.

(1) *Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 184.
(2) *Ibid.*, t. CXXVI, p. 1211.
(3) Le point de fusion que j'avais donné primitivement pour ce corps était de 228°. J'ai pu depuis, par des purifications successives, élever ce point de fusion jusqu'à 238°.

» Ces phénomènes de substitution ne sont pas les seuls qu'on puisse réaliser par l'emploi des sels halogénés du fer. J'ai, à cet effet, étudié l'action qu'exerce le chlorure sur les composés iodés, iodure de phényle, diiodophène, etc., et comparé aussi les résultats qu'on obtient en substituant au chlorure ferrique le composé bromé correspondant.

» *Action du chlorure ferrique sur les dérivés iodés des carbures.* — Les dérivés iodés des carbures, le monoiodophène par exemple, se chlore facilement sous l'action du chlorure ferrique. La réaction est tout à fait comparable à celle qui se passe avec le monobromophène. L'on peut ainsi très facilement obtenir de grandes quantités de paraiodochlorophène. Pendant toute l'opération, il se dégage d'abondantes fumées d'acide chlorhydrique. Si, au lieu d'opérer à basse température, on laisse celle-ci s'élever au-dessus de 200°, le ballon se colore en violet par suite de la formation de petites quantités d'iode.

» En chlorant plus énergiquement, il est probable qu'on pourrait obtenir, comme avec le bromure de phényle, toute la série des chloroiodures de formule générale $C^6H^{(5-n)}Cl^nI$.

» Si, à l'iodure de phényle, on substitue des dérivés plus iodés, le diiodophène par exemple, la réaction est encore très énergique, mais elle s'effectue dans un sens légèrement différent. Même en opérant à basse température, de l'iode est mis abondamment en liberté et il se produit des chloroiodures ne renfermant plus qu'un atome d'iode.

» Comme avec le dibromophène, le chlorure ferrique réagit ici pour substituer un atome de chlore à un atome d'iode.

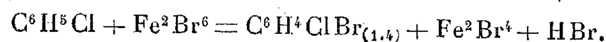
» *Action du bromure ferrique sur le benzène et le toluène.* — En règle générale, on peut dire que le bromure ferrique réagit sur les carbures à la façon du chlorure ferrique. Toutefois cette action est beaucoup moins énergique et nécessite, pour être totale, une température plus élevée.

» L'attaque du benzène commence à température ordinaire, mais elle est extrêmement faible; il faut, pour la constater, maintenir en contact, dans un flacon à l'émeri, du benzène et du bromure ferrique pendant un temps considérable (plusieurs mois). Si la température s'élève jusqu'à l'ébullition du benzène, le dégagement d'hydracide se produit lentement d'abord, mais devient beaucoup plus rapide après avoir chauffé quelques heures.

» Pendant l'attaque, la masse charbonne abondamment. Les produits de la réaction consistent en bromophènes.

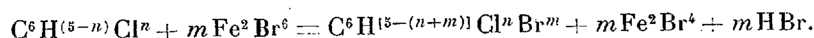
» L'attaque du toluène commence vers 60° et se continue très régulièrement en maintenant le liquide à l'ébullition. La carbonisation de la masse est de beaucoup plus faible que précédemment, et l'on obtient ainsi de meilleurs rendements en toluènes bromés.

» *Action du bromure ferrique sur les dérivés chlorés des carbures.* — Les dérivés chlorés du benzène s'attaquent facilement par le bromure ferrique. La réaction, avec le monochlorophène par exemple, a lieu d'après l'équation



$$C^6H^5Cl + Fe^2Br^6 = C^6H^4ClBr_{(1.4)} + Fe^2Br^4 + HBr.$$

» En substituant au chlorure de phényle des dérivés plus riches en chlore, il semblerait qu'on puisse obtenir toute la série des chlorobromures formés d'après l'équation



$$C^6H^{(5-n)}Cl^n + mFe^2Br^6 = C^6H^{[5-(n+m)]}Cl^nBr^m + mFe^2Br^4 + mHBr.$$

» Cependant, au fur et à mesure que s'accumulent dans la molécule les atomes de chlore, l'attaque au bromure ferrique est de plus en plus difficile. L'attaque du tétrachlorophène, entre autres, ne se produit même pas à la température de décomposition du bromure ferrique : en chauffant fortement un mélange de $C^6H^2Cl^4$ et de Fe^2Br^6, il y a mise en liberté de brome, tandis qu'il ne se dégage que des quantités extrêmement petites d'hydracide.

» *Action du bromure ferrique sur les dérivés iodés des carbures.* — Il est assez curieux de constater qu'en chauffant un mélange d'iodure de phényle et de bromure ferrique on obtient, non pas le bromoiodure C^6H^4BrI, mais des dérivés halogénés ne contenant plus d'iode. La substitution du brome à l'iode s'effectue ici avec une grande facilité et l'on peut déceler, dans les produits de la réaction, de grandes quantités de paradibromophène.

» En opérant non plus sur l'iodure de phényle, mais sur le diiodophène, on arrive au même résultat. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation des chlorocarbonates phénoliques.* Note de MM. **Et. Barral** et **Albert Morel**, présentée par M. Troost.

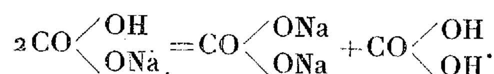
« Les éthers chlorocarboniques sont des dérivés asymétriques de l'oxychlorure de carbone $COCl^2$; on peut les envisager comme des éthers de l'acide formique monochloré : $CO\begin{cases}Cl\\OH\end{cases}$.

» Parmi ces éthers, ceux qui dérivent des alcools prennent naissance par réaction à froid des alcools sur $COCl^2$; ils sont obtenus facilement et les premiers termes sont connus depuis les travaux de Dumas et Péligot, de Cahours, de Cloez. Quant aux chlorocarbonates dérivant des phénols, aucun d'eux n'a été préparé à l'état de pureté; l'étude de ces corps n'a été qu'ébauchée.

» Le chlorocarbonate de benzénol et celui de paracrésol ont été préparés par Kempf, en 1870, par action de $COCl^2$ sur les phénols, en tube scellé, à 150°. Hentschel, en 1883, a obtenu le chlorocarbonate de benzénol et celui de gaïacol par action du phénate de sodium sur le chlorocarbonate de méthyle trichloré. Le chlorocarbonate de thymol a été signalé par Aug. Richter, dans l'action d'un courant de $COCl^2$ sur une solution aqueuse de thymate de sodium. Mais ces éthers, ne distillant pas sans se décomposer

en oxychlorure de carbone et carbonate symétrique, n'ont été ni purifiés ni caractérisés.

» Le manque de stabilité des chlorocarbonates phénoliques est une propriété commune à tous les dérivés de l'acide carbonique parmi lesquels les corps symétriques sont beaucoup plus stables que les corps asymétriques. Qu'il s'agisse d'éthers ou de sels, on voit souvent deux molécules d'un dérivé asymétrique s'unir pour donner une molécule de chacun des deux dérivés symétriques; par exemple :



$$2\,CO\begin{matrix}\diagup OH\\ \diagdown ONa\end{matrix} = CO\begin{matrix}\diagup ONa\\ \diagdown ONa\end{matrix} + CO\begin{matrix}\diagup OH\\ \diagdown OH\end{matrix}.$$

» Une décomposition analogue a surtout lieu avec les chlorocarbonates phénoliques, bien moins stables que les éthers alcooliques correspondants : $2\,CO\begin{matrix}\diagup Cl\\ \diagdown O.C^6H^5\end{matrix} = CO\begin{matrix}\diagup Cl\\ \diagdown Cl\end{matrix} + CO\begin{matrix}\diagup O.C^6H^5\\ \diagdown O.C^6H^5\end{matrix}.$ C'est pourquoi ces corps n'avaient pas pu être isolés; leur préparation demande des précautions spéciales.

» Nous avons obtenu ces chlorocarbonates par réaction de l'oxychlorure de carbone soit sur le phénol en tube scellé, soit sur le phénate de sodium en solution aqueuse. En général, les rendements ont été bons et les produits purs, car nous les avons rectifiés dans le vide à une température voisine de 100° où ils ne s'altèrent pas. Voici le procédé qui nous a donné les meilleurs résultats :

» On verse par petites portions, dans une solution à 20 pour 100 (dans le toluène) d'une molécule de $COCl^2$, une solution aqueuse à 5 pour 100 d'une molécule de phénol et d'une molécule de soude; on agite à chaque introduction de la solution aqueuse. Celle-ci prend d'abord un aspect laiteux, puis redevient claire après une agitation convenable, par dissolution du chlorocarbonate dans le toluène; la réaction est terminée quand toute la solution aqueuse est limpide. Il ne se fait absolument pas de goudrons, les liquides restent incolores. On décante alors la solution toluénique, on la sèche parfaitement sur le chlorure de calcium et l'on élimine le toluène ainsi que l'oxychlorure de carbone en excès, par distillation sous pression réduite.

» Le résidu liquide est rectifié dans le vide; sous 25^{mm}, il passe : 1° à une température voisine de 100°-120°, variant avec le phénol éthérifié, un produit incolore, bouillant sans décomposition, restant liquide et contenant du chlore; 2° vers 200° une petite portion d'un produit cristallisant par refroidissement et ne contenant pas de chlore.

» Le premier de ces corps, après une nouvelle rectification dans le vide, est analysé : les résultats concordent avec la formule du chlorocarbonate, qui est ainsi obtenu pur avec des rendements qui atteignent 70 pour 100 de la théorie. Le second corps, qui est solide, est du carbonate phénolique symétrique très pur.

» Dans cette réaction, le dégagement de chaleur, du reste peu considérable, est à éviter autant que possible, car nous avons observé que plus la température s'élève, moins bons sont les rendements en chlorocarbonate. Les résultats et les rendements sont variables suivant la concentration de la solution du phénate alcalin et la température à laquelle s'effectue la réaction; nous avons remarqué :

» 1° Plus la solution de phénate alcalin est concentrée, plus la réaction est vive, plus le dégagement de chaleur est considérable et plus il se forme de carbonate symétrique;

» 2° A une température trop basse, voisine de 0°, la réaction n'a presque pas lieu;

» 3° A une température trop élevée, au-dessus de 40°-50°, il se forme beaucoup de carbonate symétrique; l'oxychlorure de carbone est en grande partie décomposé; il se fait du chlorure de sodium et du carbonate de soude avec mise en liberté de phénol.

» Pour obtenir les chlorocarbonates phénoliques avec un rendement maximum, on doit donc opérer avec une solution aqueuse de phénate de sodium, très diluée (3 à 5 pour 100), en ayant soin de régler la vitesse du mélange et la rapidité de l'agitation, de façon à éviter tout échauffement; la température des liquides ne doit pas dépasser 30°-40°. Nous avons remarqué que les rendements dépendent aussi du phénol employé.

» Nous avons obtenu très facilement les chlorocarbonates de benzénol, d'ortho- et de paracrésol, de gaïacol, de thymol, de trichlorobenzénol, dont nous avons étudié les principales réactions.

» Nous avons eu des résultats moins bons dans la préparation des dérivés du tribromobenzénol et du pentachlorobenzénol; dans ce cas, beaucoup de phénol est mis en liberté par transformation de $COCl^2$ en CO^3Na^2 et chlorure de sodium. Néanmoins, nous avons pu isoler ces deux chlorocarbonates, mais avec de faibles rendements.

» Nous avons échoué dans la préparation des chlorocarbonates des naphtols-α et -β, car les naphtolates alcalins sont décomposés complètement en CO^3Na^2 et naphtols, par $COCl^2$ et l'eau.

» Nous avons essayé de préparer les chlorocarbonates de tribromo, de

pentachloro-benzénol et des naphtols, par action de $COCl^2$ sur les phénols en tube scellé. Le phosgène ne réagit sur ces phénols qu'au-dessus de 180°, température à laquelle les chlorocarbonates, s'ils se formaient, se décomposeraient ; nous n'avons donc pas pu obtenir ces éthers par ce procédé. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la cérine et la friedéline* (¹). Note de MM. **C. Istrati** et **A. Ostrogovich** (²), présentée par M. E. Grimaux.

« C'est le 8/20 mai 1891 qu'un de nous, travaillant depuis longtemps avec des appareils à extraction, fermés par des bouchons en liège, observa que le chloroforme, pénétrant par les canalicules médullaires de ces bouchons, déposait à la surface, par évaporation, une substance glutineuse qui contient de petits cristaux et qui sentait un peu la vanilline.

» En traitant spécialement le liège, et surtout la variété nommée *liège mâle,* on observa que surtout cette variété, qui a les canalicules plus développés et remplis d'une substance rougeâtre, cédait 7,85 pour 100 au $CHCl^3$, d'une substance brunâtre et 9,33 pour 100 à l'alcool, par le fait que ce dissolvant extrayait aussi le tannin et la matière colorante. Après plusieurs cristallisations dans l'alcool, on obtint des cristaux incolores, ressemblant au sulfate de quinine, fondant à 248°-250°, cristallisant mieux dans l'alcool que dans le chloroforme, dans lequel il est plus soluble, et qui renfermait 81,18 pour 100 C et 10,55 pour 100 H. La formule qu'on avait admise était $C^{24}H^{34}O^2$.

» On nomma ce corps *friedéline* comme hommage au grand maître français, M. C. Friedel (³).

» M. Friedel nous fit remarquer que Chevreul, vers 1815, avait indiqué une substance extraite du liège sous le nom de *cérine*.

» Nous étant procuré les *Annales de Chimie et de Physique* (1re série, t. XCVI, p. 1807), nous avons trouvé que Chevreul donne le nom de *cérine* à un corps qu'il avait extrait du liège par l'alcool et se présentant en petites aiguilles blanches auxquelles Boussingault, en 1836, donna la formule $C^{32}H^{20}O$. Voici, du reste, les formules proposées dans la suite :

(¹) Ce travail paraîtra *in extenso* dans le *Bulletin de la Société des Sciences de Bucarest.*

(²) Travail fait au laboratoire de Chimie organique de l'Université de Bucarest.

(³) *Bull. Soc. chim.,* 3ᵉ série, t. VII; p. 164.

Döpping (1843)...............	$C^{25}H^{20}O^{3}$
M. Siewert (1863).............	$C^{17}H^{28}O$
K. Kügler (1884).............	$C^{20}H^{32}O$
H. Thoms (1899)..............	$C^{30}H^{50}O^{2}$ ou $C^{32}H^{54}O^{2}$

» Nous avons toujours remarqué que, quoique nous mettant dans les mêmes conditions, nous n'arrivions pas à obtenir une substance uniforme, tant au point de vue analytique que comme point de fusion, quoique l'aspect extérieur fût toujours le même. Nous avons eu ainsi des corps fondant de 229°-231° jusqu'à 250°-260° et qui contenaient de 80,73 à 83,25 pour 100 de carbone.

» Ayant, depuis quelque temps, repris le travail, nous sommes arrivés, après une longue série de cristallisations, à séparer, par différence de solubilité dans $CHCl^{3}$, deux substances bien nettement définies par leur solubilité, leur point de fusion et leur composition centésimale. Nous avons donné le nom de *cérine* à la partie moins soluble et de *friedéline* à la plus soluble.

» Voici le procédé employé :

» On traite l'extrait chloroformique brut du liège par de l'alcool dans un appareil à reflux, on filtre à la trompe et on lave à l'alcool tiède. La partie insoluble dans l'alcool tiède, qui est donc constituée d'un mélange de *cérine* et de *friedéline,* est extraite par du $CHCl^{3}$ dans un appareil Soxhlet, qui retient sur son filtre une partie des matières résineuses brunes. On laisse refroidir et l'on filtre à la trompe.

» I. *Partie moins soluble. Cérine.* — On la purifie complètement par une série de cristallisations dans $CHCl^{3}$, on obtient ainsi une substance parfaitement blanche, soyeuse, fondant à 234°-234°,5 (corrigé), même après plusieurs cristallisations. Ce corps est assez soluble dans le chloroforme et le phène, peu dans l'éthanol et l'éther acétique, très peu dans l'éther éthylique; il se dissout aussi dans le bromure d'éthylène, le nitrobenzène et le phénol.

» Sa solubilité dans $CHCl^{3}$ bouillant est de 1^{gr} dans 89^{cc} et à 23°, de 1^{gr} dans 302^{cc}.

» Dans l'alcool à 99 pour 100 à l'ébullition 1^{gr} se dissout dans 429^{cc} et à 26°, 1^{gr} dans 1353^{cc}.

» Trois analyses élémentaires nous ont donné les nombres suivants :

	I.	II.	III.
C pour 100...........	80,86	80,85	80,75
H pour 100..........	11,47	11,30	11,50

» La formule qui correspond le mieux à ces données est $C^{27}H^{44}O^{2}$, pour laquelle on calcule :

C pour 100	81,00
H pour 100	11,00

avec un poids moléculaire de 400.

» Une détermination par la méthode ébullioscopique de Beckmann a donné 400,7.

» Ce corps jouit aussi du pouvoir rotatoire. Dans une série d'expériences faites dans le chloroforme avec le polaristrobomètre de Wild à 24°, on a trouvé que le pouvoir rotatoire spécifique varie avec la concentration, passant par un maximum à — 84°, 69 avec une solution saturée, contenant 0^{gr},3306 pour 100. Une solution sursaturée, à la même température, contenant 0^{gr},431 pour 100, nous a donné une déviation de — 81°,20.

» II. *Partie plus soluble. Friedéline.* — Le produit brut fond à 250° environ; on le décolore au noir animal en solution benzénique. On obtient ainsi un corps blanc qu'on extrait, pas complètement, avec $CHCl^3$ dans un appareil Soxhlet. On distille une partie du dissolvant et, après refroidissement, on filtre à la trompe. En répétant plusieurs fois cette opération, on a un corps fondant d'une manière fixe à 263°-263°,5 (corr.).

» En faisant cristalliser dans l'alcool, on a de longues aiguilles aplaties, parfaitement blanches et très brillantes.

» Ce corps se dissout dans les mêmes dissolvants que la cérine et naturellement en plus grande proportion. La solubilité dans $CHCl^3$ bouillant est de 1^{gr} dans 3^{cc},5 et à 23°, de 1^{gr} dans 8^{cc},6.

» Dans l'alcool à 99 pour 100, à l'ébullition, 1^{gr} se dissout dans 264^{cc} et à 21°, 1^{gr} dans 1982^{cc}.

» Trois analyses élémentaires nous ont donné :

	I.	II.	III.
C pour 100	83,52	83,40	83,36
H pour 100	11,68	11,56	11,61

» Deux formules se rapprochent de ces chiffres :

» I. $C^{21}H^{34}O$ qui donne C pour 100, 83,44, et H pour 100, 11,26, avec un poids moléculaire de 302;

» II. $C^{43}H^{70}O^{2}$ qui donne C pour 100, 83,49, et H pour 100, 11,34, avec un poids moléculaire de 618.

» Nous avons trouvé un poids moléculaire de 645.

» Ce corps dévie aussi le plan de polarisation en donnant un maximum

à — 48°72 avec une concentration de $0^{gr},821$ pour 100^{cc} de chloroforme à la température de 24°.

» M. H. Thoms [1] donne deux réactions colorées pour la substance qu'il appelle cérine : « I. La solution de la substance dans l'anhydride acétique additionnée de SO^4H^2 concentré se colore en rouge rosé; II. En solution dans $CHCl^3$, agitée avec un volume égal de SO^4H^2 conc., le chloroforme se colore d'abord en jaune et, après quelques heures, en violet ».

» Nous n'avons pas pu obtenir la deuxième réaction : la première se produit avec les deux substances, cependant la réaction est beaucoup plus intense avec SO^4H^2 fumant. Nous avons observé en outre que la coloration ne se produit pas seulement avec l'anhydride acétique, mais qu'elle est générale à tous les anhydrides et aux chlorures acides.

» Étant absolument sûrs de l'existence des deux substances, nous allons tâcher d'élucider la question de leur constitution, d'autant plus que plusieurs savants travaillent dans cet ordre d'idées, croyant avoir affaire à un corps unique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur des réactions nouvelles des bases indoliques et des corps albuminoïdes* [2]. Note de M. **Julius Gnezda**, présentée par M. Armand Gautier.

« Lorsque l'on traite des urines riches en indican par l'acide oxalique cristallisé de façon qu'il reste un excès d'acide non dissous, si l'on chauffe au bain-marie, la liqueur se colore en rouge; en agitant ensuite avec de l'éther, on extrait une matière colorante pourpre. Vu les rapports qui existent entre l'indican et l'indol, il était tout indiqué, pour expliquer le fait ci-dessus, d'examiner les réactions de l'acide oxalique et d'autres acides bibasiques, sur les bases indoliques.

» Si l'on fond environ $0^{gr},5$ d'acide oxalique avec une trace d'indol, on obtient un sublimé et une masse d'une magnifique couleur pourpre, qui, dissoute dans de l'eau, reste colorée et n'est que légèrement altérée quand on l'additionne de lessive de potasse. L'α-méthylindol, le skatol et l'acide *n*-méthylindolcarbonique se comportent de façon analogue, tandis que l'α-phénylindol fournit un sublimé de couleur jaune verdâtre qui finit

(1) *Pharm. Centr.* H. 39 p. 699-700 — *Chem. Central-Blatt* (1898) II p. 1102.
(2) Ce travail a été fait au laboratoire de Physiologie de l'Université de Budapest.

par se convertir en noir. Les acides phtalique, isophtalique et téréphtalique, fondus avec l'indol, l'α-méthylindol, le skatol et l'acide *n*-méthylcarbonique, donnent des sublimés d'un faible violet; l'α-phénylindol se colore en vert avec de l'acide phtalique, en violet avec de l'acide téréphtalique et ne donne aucune couleur avec l'acide isophtalique.

» Les acides malonique, succinique et glutarique donnent avec l'indol, l'α-méthylindol, le skatol et l'acide *n*-méthylcarbonique des produits d'un rouge faible. L'accroissement dans ces acides des groupes CH^2 diminue l'intensité des réactions.

» Puisqu'il est aussi établi que les corps albuminoïdes donnent certaines réactions des bases indoliques, ces expériences furent étendues aux corps protéiques. En voici le résultat :

» Lorsque l'on fond de l'acide oxalique en y ajoutant de l'albumine sèche (ou en solution concentrée), il se fait un sublimé rosacé. Il en est de même avec les peptones et la gélatine. Avec les autres substances d'origine animale les choses se passent autrement : on peut obtenir des colorations vertes, avec les acides glycocholique, taurocholique, cholique et la bilirubine ; avec les autres, et surtout la leucine, la tyrosine, les bases xanthiques, l'urée, la neurine, la glycocolle, les sucres, etc., on a des produits peu caractéristiques d'un jaune brunâtre sale. Seule l'alloxantine devient rouge quand on la traite comme ci-dessus.

» Avec les acides phtaliques, les corps albuminoïdes donnent des matières fondues ou sublimées d'un orangé faible; les réactions sont analogues avec les acides malonique, succinique et glutarique; l'acide cholique donne avec les premiers une coloration jaune citron.

» Si l'on ajoute au skatol, à l'acide *n*-méthylindolcarbonique, de l'acide fluorhydrique, ils prennent une coloration orange; il en est de même de l'indol après dissolution dans l'alcool ; l'α-phénylindol devient faiblement jaune et l'α-méthylindol, violet. L'acide hydrofluosilicique concentré réagit à chaud de manière analogue. Une solution concentrée de peptone donne, quand on la chauffe avec son demi-volume d'acide hydrofluosilicique, une coloration rouge qui dure des mois. La gélatine et l'albumine fournissent le même résultat; mais, pour la dernière, le chauffage doit être prolongé jusqu'à ce que, par l'action de l'acide, la peptonisation se soit accomplie.

» Les observations que les albumines, lorsqu'on les fond avec de la potasse, produisent de l'indol et du skatol, et que, par la décomposition de certaines albumines en présence des microbes, il se forme de l'indol et

de l'indol nitreux, enfin que, dans l'intestin, il se fait du skatol, me firent présumer qu'on obtiendrait aussi des bases indoliques par l'action des acides sur l'albumine.

» J'ai donc traité le blanc de dix œufs de poule avec 500^{cc} HCl fumant et laissé au repos une semaine. Après avoir chassé l'hydrogène sulfuré, j'ai ajouté du ferrocyanure de potassium, filtré deux jours après, lavé le précipité avec beaucoup d'eau pour séparer l'acide hydroferrocyanhydrique libre et séché au vide. Par l'introduction réitérée du ferrocyanure de potassium dans le filtratum et après séparation, j'ai obtenu cinq résidus, dont le quatrième et le cinquième, distillés avec de la lessive de potasse, ne montraient pas les réactions des bases indoliques. Les trois premiers résidus furent mêlés avec la même lessive jusqu'à réaction alcaline, de l'eau fut ajoutée et l'on soumit à la distillation, enfin le distillatum fut acidulé avec de l'acide hydrochlorique et évaporé au bain-marie jusqu'à dessiccation. Le résidu jaunâtre, soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther, ne donne pas de coloration avec l'acide oxalique, mais une coloration brun rougeâtre avec l'acide sulfurique; enfin une couleur rouge avec le nitrate de sodium et l'acide nitrique, persistant même après alcalinisation par la potasse.

» Puisque ce résultat était minime et susceptible de plusieurs interprétations, j'ai eu recours à une autre méthode. J'ai, comme plus haut, traité dix blancs d'œufs de poule par l'acide hydrochlorique, laissé en repos pendant trois jours; chauffé au bain-marie, puis refroidi. Le produit fut mélangé de carbonate de zinc, abandonné avec un peu d'eau pendant douze heures, puis filtré; le filtratum fut épuisé avec de l'éther, l'extrait éthéré, décanté et distillé. Le résidu est brun, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et l'éther, d'odeur d'indol, mais les réactions des bases indoliques, auxquelles il fut soumis, furent négatives. Le résidu du filtrage (carbonate de zinc en excès, chlorure de zinc, sels de zinc des acides gras, etc.) fut extrait avec beaucoup d'éther; l'extrait éthéré laisse un résidu brun, huileux (contenant un peu de zinc), insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et l'éther; il donne une coloration rouge avec le nitrite de sodium et l'acide nitrique, ainsi qu'une réaction prononcée avec l'acide oxalique, indiquant la présence de bases indoliques. Je me réserve de reprendre cette méthode en grand.

» La question de la préexistence d'un groupement indolique dans les molécules des corps protéiques reste donc ouverte, bien qu'on puisse expliquer la précipitabilité de beaucoup de corps albuminoïdes par l'acide ferrocyanhydrique, leurs réactions avec l'acide nitreux, le chloride de

benzoyle, etc., par l'hypothèse que ces albuminoïdes ont les mêmes rapports avec les peptones que les bases tertiaires vis-à-vis des bases primaires.

» La circonstance que les réactions d'Adamkiewicz (acide acétique + acide sulfurique), de Fröhde (acide sulfurique contenant du molybdène), sont fournies par les bases indoliques et que plusieurs de celles-ci, ainsi que des corps albuminoïdes, réduisent les solutions d'or, etc., ne constitue pas une preuve suffisante de la présence d'un groupe indolique comme constituant binaire de la molécule d'albumine. En effet, nous connaissons la formation des bases indoliques par l'action des acides sur les chinolines (Ciamician et Bœris), et d'autre part, on a aussi obtenu de l'indol par la fusion des chinolines avec de la potasse (carbostyrile = Pyz.α.oxychinoline), et nous savons que, par certains côtés, les albumines se rapprochent des chinolines.

» La présence de l'acide kynurénique dans l'urine des chiens, dont les excréments ne contiennent pas de skatol, paraît devoir aussi faire considérer les bases indoliques obtenues des corps albuminoïdes comme dérivées des bases chinoliniques et semble désigner les corps albuminoïdes eux-mêmes comme des bases chinoliniques. »

MINÉRALOGIE. — *Essais préliminaires permettant de reconnaître dans les eaux minérales l'existence de métaux rares de divers groupes.* Note de M. F. **Garrigou**, présentée par M. Arm. Gautier.

« En dehors des combinaisons des métaux alcalins et terreux, les analyses d'eaux minérales ne mentionnent généralement que celles du fer, du manganèse, du cuivre, quelquefois de l'arsenic. L'expérience m'a montré que beaucoup de ces eaux contiennent cependant des métaux des groupes du cuivre et de l'étain.

» Il est facile, par quelques essais préliminaires, de s'assurer de la présence de ces derniers métaux dont l'importance ne saurait échapper, surtout quand on doit procéder, comme je le fais, à des analyses d'eaux minérales portant sur plusieurs centaines de litres à la fois. Je conduis ces essais de la façon suivante :

» On évapore 2^{lit} d'eau jusqu'à siccité dans une capsule de porcelaine, on introduit le résidu dans un tube à expérience dans lequel on le dessèche complètement, en ayant le soin de chasser toute la vapeur d'eau qui se dégage, puis on calcine. S'il y a des

produits volatils, ils se déposent sur les parois froides du tube, que l'on sépare de la partie inférieure, et qu'on examine au microscope. On peut déceler dans ce sublimat tous les métaux et sels volatils.

» La portion du tube contenant le résidu qui a été calciné est placée dans une capsule de porcelaine. On l'attaque par l'acide chlorhydrique et l'on fait bouillir. Après refroidissement, le liquide et la portion du résidu qui peut rester insoluble dans l'acide sont décantés dans une seconde capsule de porcelaine pour les séparer des fragments de verre. On évapore à siccité et l'on ajoute, quand le nouveau résidu est suffisamment froid, quelques gouttes d'acide chlorhydrique étendu, puis une solution d'acide sulfhydrique.

» Si le liquide et le résidu noircissent ou se colorent, c'est qu'ils contiennent des métaux du groupe de l'étain et du groupe du cuivre.

» S'il ne noircit pas, on ajoute de l'ammoniaque et du sulfhydrate d'ammoniaque. Il brunit ou noircit, dans ces conditions, grâce à la présence des métaux du groupe du fer.

» S'il ne noircit pas, mais donne un trouble blanc, c'est qu'il contient des métaux du groupe de l'aluminium, quelquefois des phosphates, borates, etc.

» En appliquant ensuite à une nouvelle portion du dépôt primitif de l'évaporation le procédé de l'examen des flammes (avant d'avoir entrepris les traitements précédents), on peut reconnaître suffisamment la nature des métaux qu'on aura plus tard à rechercher plus spécialement.

» Telle est la manière dont je procède toujours, avant le début d'une grande analyse, pour avoir un premier aperçu de la nature des métaux des divers groupes qu'il convient plus spécialement de rechercher et des quantités d'eau sur lesquelles il faut opérer.

» Il est très rare que le résidu de l'évaporation d'un ou deux litres d'eau ne noircisse pas lorsqu'il est traité, dans les conditions précédemment indiquées, par addition d'une solution d'acide sulfhydrique. Ce noircissement plus ou moins accentué se manifeste surtout, d'après mon expérience personnelle, pour un grand nombre de sources sulfureuses, carbonatées et sulfatées des Pyrénées, ainsi que les sources bicarbonatées de l'Auvergne et les sources ferrugineuses en général; je l'ai obtenu avec les eaux d'Aulus, Luchon, Eaux-Bonnes, etc., dans les Pyrénées; avec celles de La Bourboule, Saint-Nectaire, etc., dans l'Auvergne.

» Ces résultats me semblent montrer qu'au point de la vue de la recherche des métaux proprement dits un très grand nombre d'analyses chimiques de sources minérales sont à refaire.

» Il y a des années que j'ai donné cette démonstration par mes analyses d'eaux faites sur des mètres cubes. Ces quantités d'eau sont nécessaires, s'il s'agit de doser des traces de métaux lourds; mais l'analyse comporte, dans ce cas, des précautions spéciales que j'ai décrites ailleurs. »

ZOOLOGIE. — *Sur la formation de la perle fine chez la* Meleagrina margaritifera. Note de M. **Léon Diguet**, présentée par M. Edmond Perrier.

« La perle fine ou perle à orient, a, lorsqu'il s'est agi d'expliquer sa formation, été toujours confondue avec certaines concrétions calcaires produites par la sécrétion des glandes du manteau des Mollusques.

» Chez la Pintadine ou Huître perlière, comme probablement chez beaucoup de Mollusques, on rencontre deux sortes de concrétions qu'il est nécessaire de bien définir pour établir le mode de formation de la perle fine.

» Une de ces concrétions provient de la sécrétion spéciale des glandes du manteau dont le rôle, dans les conditions habituelles, est de pourvoir, par un apport constant de calcaire, à la réparation et à l'accroissement de la coquille.

» Cette sécrétion peut, en se déposant sur un corps étranger, produire des dépôts de nacre qui, lorsque certaines circonstances se seront présentées, se montreront sous forme de concrétions plus ou moins régulières, plus ou moins sphériques, auxquelles les pêcheurs de perles, à cause de leur forme, ont donné le nom de *perles de nacre*.

» Ces perles de nacre sur lesquelles il est inutile d'insister, vu qu'elles ont été l'objet de nombreuses études, se différencient très nettement, par leur aspect, de la perle fine; elles ne possèdent qu'à un faible degré ces reflets irisés que l'on est convenu d'appeler *orient*, leur éclat est le même que celui de la coquille qui les a fournies; en un mot, elles résultent d'une production naturelle quoique accidentelle, élaborée à la superficie des tissus.

» La perle fine, elle, est d'une tout autre nature et d'une tout autre origine : c'est une véritable calcification pathologique effectuée au sein même des tissus, suivant un processus particulier, dans une région quelconque du Mollusque, à l'exception toutefois, comme le démontrent les observations, de la partie externe du manteau.

» La perle fine ne se forme pas d'emblée comme la perle de nacre, elle subit une évolution pendant laquelle on verra ses éléments constituants se modifier et apparaître successivement.

» Au début, elle se manifeste sous la forme d'une ampoule ou plutôt d'une phlyctène remplie d'une humeur dont la matière organique en solu-

tion, se condensant progressivement, arrive, après s'être maintenue un certain temps à l'état gélatineux et avant de se calcifier, à se transformer en une substance analogue à la conchioline.

» Cette condensation accomplie, la masse, par suite d'un mécanisme spécial, se subdivise en une série de couches concentriques plus ou moins régulières, laissant entre chaque zone des interstices que le dépôt calcaire cristallisé viendra occuper.

» Cette stratification concentrique doit dans la nature s'effectuer simultanément avec la pénétration de la solution calcaire fournie par les liquides de l'organisme; on peut la produire expérimentalement en plongeant une perle gélatineuse, à une période pas trop avancée de sa condensation, dans de l'alcool concentré; aussitôt on voit ce sphéroïde, après avoir subi un léger retrait, se subdiviser en nombreuses couches concentriques et présenter en quelque sorte l'apparence d'un grain d'amidon; les couches visibles par transparence disparaissent ensuite lorsque la matière devient opaque par suite de sa déshydratation complète.

» La calcification s'accomplit progressivement; c'est d'abord une sorte d'incrustation ou magma cristallin qui vient prendre naissance dans les intervalles produits par le retrait de la matière organique, laquelle, réduite en minces feuillets, forme des planchers de cristallisation sur lesquels les premiers dépôts se nourrissent par l'apport et l'endosmose des liquides chargés de calcaire de l'organisme.

» Si l'on pratique une coupe passant par le centre d'une perle dont la calcification est complètement achevée, on voit qu'elle est formée de couches successives plus ou moins fines, plus ou moins régulières, d'un dépôt cristallin compact, séparées les unes des autres par une faible épaisseur de conchioline; la partie centrale de ce système de stratification est occupée par un espace plus ou moins vide occupé souvent incomplètement par de la matière organique et aussi par quelques cristaux de calcaire; c'est dans cette cavité que Filippi et Küchenmeister ont rencontré des débris d'êtres organisés, probablement restes de parasites ayant provoqué dans l'organisme les désordres qui ont été le point de départ de la perle.

» Pendant toute son évolution, la perle reste contenue dans l'ampoule qui lui a servi, en quelque sorte, de matrice; cette enveloppe, pendant l'opération de calcification, s'use et se détruit, au point que, lorsque l'évolution de la perle sera complètement achevée, il ne restera plus qu'une faible membrane que le Mollusque pourra rompre au moindre effort, ce qui lui permettra d'effectuer facilement l'expulsion de la perle. »

» En résumé, la perle fine n'est pas, comme on l'avait cru jusqu'ici, un simple dépôt de nacre produit accidentellement par des sécrétions glandulaires, mais bien le résultat d'une opération physiologique ayant pour but d'éliminer de l'organisme un parasite ou une cause d'irritation.

» Il est possible de recueillir les spécimens des différentes phases par lesquelles passe la perle, depuis son origine jusqu'à sa maturité, en suivant attentivement les recherches des perles pendant les expéditions de pêche (1). »

ZOOLOGIE. — *Sur l'embryogénie de* Protula Meilhaci (2). Note de M. **Albert Soulier**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Les essais de fécondation artificielle que j'ai faits à la station zoologique de Cette m'ont permis d'étudier les premiers stades embryogéniques de *Protula Meilhaci*. En outre, j'ai pu, grâce à la température fraîche des caves de la station, élever de nombreuses larves pendant les fortes chaleurs de l'été. Les observations faites par transparence sur des larves vivantes ont été contrôlées par les méthodes des coupes.

» L'ovule de *Protula Meilhaci* est très riche en vitellus nutritif; aussi la segmentation est inégale dès le début. Le résultat de la première bipartition est la formation de deux blastomères de dimensions très différentes. Leur volume diffère du simple au double. Le plus petit se divise en deux éléments égaux entre eux; à peu près en même temps, une nouvelle bipartition sépare de la grosse cellule de segmentation un nouveau blastomère, de dimensions égales aux deux cellules issues du petit blastomère. A ce moment, le blastoderme est donc constitué par quatre blastomères : un blastomère volumineux, à deutolécithe abondant surmonté par trois éléments de dimensions bien plus faibles, constitués surtout par du vitellus formatif. La cavité de segmentation est limitée par ces quatre blastomères. Le même processus se poursuit : segmentation des petites cellules,

(1) Une série de ces expériences depuis l'état de phlyctène molle jusqu'à celui de perle complète, ainsi que des perles en place, dans les tissus, est mise sous les yeux de l'Académie. Elle a été recueillie par M. Diguet au cours de sa mission sur les côtes de la Basse-Californie, et a été déposée par lui dans les collections du Museum. E. P.

(2) Travail fait à la station zoologique de Cette (Université de Montpellier), dirigée par M. Sabatier.

en même temps que formation de blastomères de dimensions réduites aux dépens de la grosse cellule vitelline. Celle-ci se trouve insensiblement enveloppée par les éléments nouveaux qui prennent constamment naissance. Il se produit donc une véritable épibolie. Bientôt la masse vitelline (mésoderme et endoderme) est complètement circonscrite par les cellules ectodermiques, sauf en un point, au niveau duquel le vitellus non recouvert reste assez longtemps encore en contact avec la membrane oculaire. Cette région n'est autre que le blastopore : celui-ci, par sa situation, correspond au pôle postérieur de l'ovule.

» Le blastopore présente la forme d'une fente. Cette fente se prolonge dans la direction postéro-antérieure, de façon à s'étendre environ sur les deux tiers de la longueur du blastoderme, dans la région qui correspond à la face ventrale de la larve. Pendant cette extension, l'écartement des lèvres de la fente blastoporienne est beaucoup plus accentué postérieurement, au point où a pris naissance le blastopore. Insensiblement, la lame s'accroît : elle perd sa forme sphérique, acquiert une forme allongée. Son axe longitudinal est parallèle au blastopore; en même temps, le blastopore disparaît par accolement des deux lèvres; le revêtement ectodermique est alors complet.

» C'est à peu près à ce moment qu'apparaissent les deux initiales mésodermiques. Elles se forment aux dépens de la masse vitelline méso-endodermique (celle-ci s'est segmentée d'une façon très lente). Elles naissent dans la région postérieure, l'une à droite, l'autre à gauche du point occupé primitivement par le blastopore. Elles sont en contact en dedans avec les cellules vitellines de l'endoderme, en dehors avec les éléments ectodermiques qui formaient les lèvres du blastopore primitif. Ces deux initiales prolifèrent aussitôt (bandelettes mésodermiques).

» Quelques cils longs, et en nombre restreint, se montrent à la partie antérieure de la larve. Une couronne ciliée équatoriale fait son apparition un peu en avant de l'extrémité antérieure du blastopore; les vésicules anales se montrent. La larve présente alors l'aspect d'une trochophore massive munie de deux taches oculaires. La cavité de segmentation a disparu. Le tube digestif, qui n'acquerra son organisation définitive que beaucoup plus tard, est représenté par les cellules endodermiques à contenu vitellin. Deux cils rigides sont situés postérieurement à droite et à gauche du point où se produira l'invagination anale.

» La bouche et l'anus dérivent tous les deux du blastopore. Le stoméon prend naissance au niveau de l'extrémité antérieure de la fente qui repré-

sente la bouche larvaire; le proctéon se forme à l'extrémité postérieure de celle-ci.

» La larve ainsi constituée est nageuse. Au bout de peu de temps, la couronne ciliée se réduit, la collerette apparaît, la jeune Protule s'accroît en longueur et cesse de nager; dès lors elle rampe à la recherche d'un point où elle se fixe.

» J'ai pu élever de jeunes larves de Protule pendant un moins environ. C'est à peu près vers le quinzième jour que le tube fait son apparition. Il est d'abord constitué par un simple anneau, placé au niveau de la collerette et sécrété par celle-ci. Il s'accroît par la partie antérieure; l'animal chemine d'arrière en avant, ajoutant sans cesse de nouveaux anneaux à l'anneau primitif. Ce tube larvaire ne contient que peu ou pas de calcaire. A ce moment la larve présente trois anneaux thoraciques. La partie antérieure est trilobée : le lobe médian porte les yeux, les deux lobes latéraux (lobes branchiaux) ont déjà subi un commencement de ramification.

» L'embryogénie de *Protula Meilhaci* est donc condensée, tandis que celle de *Serpula* est dilatée. Comme chez ce dernier Annélide, la bouche et l'anus dérivent du blastopore; mais chez *Protula* les initiales mésodermiques apparaissent d'une façon beaucoup plus tardive. »

ZOOLOGIE. — *Régénération des membres chez les Mantides et constance de la tétramérie du tarse des membres régénérés après autotomie chez les Orthoptères pentamères*. Note de M. **Edmond Bordage**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Les nombreuses expériences que j'ai faites sur les Phasmides, et dont les résultats ont été exposés aux *Comptes rendus* et à la *Société de Biologie*, ont prouvé que, chez ces insectes, les régénérations qui suivaient l'autotomie des membres donnaient constamment un tarse tétramère au lieu du tarse pentamère normal. De leur côté, MM. Bateson et Brindley étaient arrivés à la même conclusion en ce qui concerne les Blattides. Il restait alors à étudier ce qui se produisait chez la troisième et dernière famille des Orthoptères pentamères : les Mantides.

» I. J'ai entrepris ces recherches, à la Réunion, sur deux Mantes des îles Mascareignes (*Mantis prasina* et *M. pustulata*) qu'il est facile d'élever en captivité.

» Pour les membres de la première paire (*pattes ravisseuses*), l'autotomie

n'existe pas. Il n'en est pas de même pour les membres des deux autres paires. C'est encore suivant le sillon qui indique la soudure fémorotrochantérique que le membre se détache du corps. La séparation se fait avec la plus grande facilité. La régénération, chez les larves, s'opère ensuite avec une merveilleuse rapidité, encore supérieure à celle qui se manifeste chez les Blattides, et qui est cependant elle-même bien plus grande que celle que j'ai observée chez les Phasmides. Le tarse d'un membre régénéré est toujours tétramère et les dimensions de ses articles offrent entre elles des rapports aussi constants que ceux des dimensions des articles du tarse pentamère normal. Le même fait se constate aussi chez les Phasmides et chez les Blattides.

» II. Un détail important à noter, chez les trois familles d'Orthoptères pentamères, est la façon dont croît le membre de remplacement. Au lieu de se développer librement et d'une façon rectiligne à la surface de section formée par l'autotomie, ce membre doit, jusqu'à la plus prochaine mue, se développer sous le tégument qui vient bientôt recouvrir cette surface, tégument très mince, nullement chitinisé, possédant par suite une certaine élasticité et une certaine transparence, même chez les Phasmides. C'est à peine si le membre en voie de régénération forme sous ce tégument une petite saillie, si peu apparente que, dans la plupart des cas, il faut une réelle attention pour en constater la présence.

» Pour se développer dans ces conditions, le jeune membre est obligé de s'enrouler sur lui-même et de prendre la disposition spiralée ([1]). Il est alors invisible jusqu'à la prochaine mue qui le mettra en liberté. A ce moment, il apparaît sous la forme d'un petit appendice noirâtre, long de quelques millimètres à peine, membre minuscule qui va immédiatement se dérouler, devenir turgescent et rectiligne. De noir qu'il était, ce membre tend à prendre rapidement la coloration jaune verdâtre habituelle, sauf chez les Blattides et certains Phasmides qui possèdent normalement une coloration brune. Ces changements s'opèrent à vue d'œil, avec une rapidité réellement merveilleuse, comparable à celle que l'on observe pour le développement, ou plutôt l'extension, des ailes, chez les Lépidoptères surtout, lorsque l'insecte parfait vient de quitter l'enveloppe de la nymphe.

» Dans une Communication lue à l'Académie des Sciences (séance du 28 juin 1897), j'ai signalé, chez les Phasmides, une réelle différence entre la vitesse de croissance du

---

([1]) Les membres en voie de régénération se développent de la même façon chez les Orthoptères sauteurs. Ce processus se constate aussi d'une façon constante dans les régénérations qui suivent les sections artificielles du tarse et de l'extrémité terminale du tibia, bien qu'il semble quelquefois exister quelques différences au premier abord. La règle doit probablement être générale pour tous les *Arthropodes* chez lesquels on observe la régénération des appendices (y compris celle des antennes). Je suis surpris que MM. Bateson et Brindley n'aient pas signalé ce détail remarquable dans leurs beaux travaux sur les Blattides.

membre normal et celle du membre en voie de régénération, en faveur de la seconde. Cette différence est encore bien plus sensible chez les Blattides et surtout chez les Mantides. Chez ces derniers Orthoptères, lorsque l'autotomie avait été pratiquée sur de très jeunes larves, j'ai vu le membre régénéré atteindre, dans l'intervalle de deux mues, la longueur du membre opposé demeuré en place. Cette perfection, qui doit être aussi atteinte, dans certains cas, chez les Blattides, n'est jamais aussi grande chez les Phasmides. En effet, la plus petite différence que j'ai pu observer, pour des représentants de cette famille, entre deux membres opposés, l'un normal et l'autre régénéré, était de 4^{mm} au moins, et encore assez sensible, par conséquent. Je dois ajouter un détail important : tandis que, chez les Mantides et chez les Blattides, le membre régénéré devient rectiligne aussitôt après la mue qui le met en liberté, et est, dans la plupart des cas, apte à rendre des services immédiats, il n'en n'est jamais de même pour les Phasmides, chez lesquels le membre nouvellement formé ne se déroule que peu à peu, et ne devient définitivement rectiligne qu'après la deuxième mue qui suit la mutilation autotomique.

» III. J'ai pu constater, chez les Mantides, qu'en dehors de la région de la soudure fémoro-trochantérique, la faculté régénératrice se manifestait encore dans la région tarsienne et pour la partie tout à fait terminale du tibia, à la suite de sections artificielles. Le tarse régénéré est tétramère. Les localisations des surfaces régénératrices sont donc les mêmes pour les trois familles d'Orthoptères pentamères [1]. Pour qu'il y ait régénération lorsque les sections artificielles sont pratiquées sur les pattes ravisseuses des Mantides, il faut que les tarses seuls soient sectionnés. Bien que gênées par cette mutilation, les Mantes peuvent encore cependant saisir leur proie. Si l'on sectionne la moindre partie du tibia, l'Orthoptère est incapable de capturer les insectes et ne tarde pas à mourir de faim, quand il ne meurt pas par hémorragie.

» A l'heure actuelle, la régénération tétramétrique du tarse a été observée chez dix-huit Orthoptères pentamères, répartis dans les trois familles. Voici les noms de ces insectes :

» A. Phasmides. (Expériences d'Ed. Bordage). — *Monandroptera inuncans, Raphiderus scabrosus, Eurycantha horrida, Phyllium siccifolium* [2].

---

(1) Cela n'a rien de surprenant, puisque ce sont les mêmes causes qui provoquent les mutilations (au nombre de ces causes, il faut signaler, en premier lieu, les fortes tractions exercées pendant la mue sur les articles si fragiles du tarse). Nous constaterons le même fait pour les Orthoptères sauteurs. Pour les Phasmides, il faut aussi tenir compte des mutilations tarsiennes provoquées par la coque de l'œuf. (Voir *Comptes rendus Soc. Biologie*, séance du 30 juillet 1898. E. Bordage, *Sur les localisations des surfaces de régénération chez les Phasmides.*)

(2) Voir *Bull. Soc. entom. de France*, 1898; n° 16, p. 306-307.

» B. Mantides. (Ed. Bordage). — *Mantis prasina, Mantis pustulata.*

» C. Blattides. (Brisout, Bateson et Brindley). — *Periplaneta americana, P. australasiæ, P. orientalis, Blabera atropos, Nyctibora latipennis, N. sericea, Epilampra cinerea, Homalosilpha ustulata, Leucophœa surinamensis, Monachoda grossa, Panesthia javanica, Phyllodromia germanica.*

« D'après ces observations, il me semble légitime de conclure à la généralité de la régénération tétramétrique du tarse chez les Orthoptères pentamères, après l'autotomie ayant eu pour siège le sillon fémoro-trochantérique. ».

ZOOLOGIE. — *Sur l'histologie du tube digestif de la larve de* Chironomus plumosus. Note de M. **P. Vignon**, transmise par M. de Lacaze-Duthiers.

« I. *Critique de la théorie vésiculaire de la sécrétion des cellules glandulaires mérocrines.* — Je désigne ainsi la théorie soutenue à propos des cellules rénales par une longue suite d'auteurs, depuis Muron en 1871 jusqu'à Simon en 1898 (en passant par Cornil en 1879 et 1884, Altmann, Nicolas, Van der Stricht, Disse, etc.), et critiquée par Hortolès dès 1881, et par Sauer en 1895. Cette théorie a été étendue en 1890 par Van Gehuchten à l'intestin d'une larve de Diptère, la *Ptychoptera,* puis en 1893 à l'intestin des larves de Mouche, de l'Ascaris, de l'Arénicole, etc. Elle est acceptée par beaucoup d'auteurs, et je n'en connais pas de critique relative aux cellules intestinales [1].

» Les tissus des larves de Chironome étant tout à fait transparents, les recherches sur le frai, et même sur l'animal entier quand il est très jeune, conduisent aux conclusions suivantes : les vésicules hyalines qui soulèvent la bordure en brosse (ou plateau strié) de la plupart des cellules de l'intestin moyen, qui ensuite la font éclater et se répandent dans les cæcums ou l'estomac chylifique, ainsi que dans les tubes de Malpighi, sans d'ailleurs s'y dissoudre, sont le résultat d'un traumatisme, ou de la plus légère compression, ou de l'action d'un liquide dit *indifférent*, et, à plus forte raison, des liquides fixateurs. On n'en voit pas une seule chez l'animal vivant et intact, même en pleine digestion. On n'a le droit de tirer de ces altérations plasmolytiques aucune conclusion relative aux propriétés sécrétrices d'une

---

[1] Je renvoie à l'exposé que j'en donne dans le Volume III de l'*Année biologique*, dans le cours d'une revue intitulée : *Les canalicules urinaires des Vertébrés.*

cellule épithéliale; elles sont simplement la preuve de son extrême altérabilité.

» Je chercherai par la suite si ces conclusions s'appliquent à toutes les cellules glandulaires mérocrines.

» II. *Formation de la membrane péritrophique.* — Cette membrane chitineuse, sans perforations et cependant très perméable, n'a aucune relation avec les parois de l'estomac chylifique, du moins ici. Ceci est en contradiction avec l'opinion assez indécise de Plateau en 1876, de Balbiani en 1890, et avec l'affirmation plus nette de Voinov en 1898. Ce dernier la croit formée de tous les plateaux cellulaires soulevés par les vésicules de sécrétion. Quoiqu'elle soit solidement adhérente à la paroi externe de la trompe œsophagienne, comme l'a vu A. Schneider en 1887, puis Balbiani en 1890 (tous deux chez la larve de Chironome), ce n'est pas là qu'elle se forme. Elle naît à l'état fluide des premières grosses cellules à bordure en brosse de l'intestin moyen, tout au sommet de la chambre proventriculaire. Ceci est conforme à l'opinion de Cuénot, en 1895, relative à plusieurs Orthoptères. Mais de plus, en glissant, intimement accolée à elle, sur la cuticule de la paroi externe de la trompe, elle passe ici dans un laminoir très élégant, qui n'a pas été décrit. C'est aussi par cet espace annulaire, compris entre la trompe, dont la paroi est épaissie en une bague solide, et une seconde bague chitineuse externe sécrétée par la paroi de l'intestin moyen, que s'écoulent les produits de sécrétion des cæcums proventriculaires (bien schématiquement figurés par A. Schneider). L'appareil se complique d'un petit anneau tronc-conique émané de la paroi de la trompe, et qui écarte de la bague chitineuse interne la chitine plastique de la membrane. Tout cet appareil est mis en évidence sur les coupes par les différences entre la colorabilité de la cuticule de la trompe et des bagues, et celle de la chitine péritrophique encore plastique. En dessous de ce passage, la membrane devient consistante et très mince. Elle est sans cesse sollicitée à avancer par la pression des aliments chassés hors de l'œsophage sous l'action des muscles circulaires.

» III. *Existence de cils vibratils dans l'intestin moyen et terminal de la larve de Chironome.* — Il faut examiner beaucoup d'animaux pour en trouver et les prendre en parfait état. Cet examen serait impossible sans la transparence des tissus. On trouve les cils, à l'exclusion des cæcums proventriculaires, dans les trois régions en lesquelles se divise l'estomac chylifique : dans les deux premières, sur la bordure en brosse; dans la troisième (où débouchent les tubes de Malpighi), sur la paroi cellulaire

dépourvue de plateau. Il est très intéressant de constater que le plateau ne manque jamais aux deux premières régions quand on n'y voit pas de cils; mais que, lorsque les cils existent, ils peuvent être implantés directement sur la cellule. Cette simplification, ici accidentelle, est à rapprocher des conclusions d'Engelmann en 1880, et de Frenzel en 1886, qui regardent les bâtonnets de la brosse comme un segment proximal, immobile, faisant partie intégrante de tout appareil ciliaire complètement différenciés. Comme il existe, dans le règne animal, une infinité de cellules à plateau non cilié, la larve de Chironome marque un cas intermédiaire, où le plateau n'est vraisemblablement cilié que chez un certain nombre d'individus.

» Il y a aussi des cils dans l'intestin terminal, sur la chitine, qui est assez mince. On ne les trouve guère qu'à son début et surtout dans la partie évasée par laquelle il se raccorde à l'intestin moyen.

» Je donnerai plus de détails sur l'anatomie et l'histologie du tube digestif de cette larve, dans une Note que je publierai prochainement dans les *Archives de Zoologie expérimentale.* »

BOTANIQUE. — *Contribution à l'étude du genre* Actinidia (Dilléniacées). Note de M. **Florentin Dunac**, présentée par M. Guignard.

« Le genre *Actinidia* Lindl., de la famille des Dilléniacées, comprend environ quatorze espèces. Les caractères morphologiques externes donnés par les différents auteurs ne nous permettent point de nous faire une idée bien exacte de la valeur relative de ces quatorze espèces. Douze d'entre elles ont été examinées anatomiquement par moi, et je puis dire que les caractères tirés de l'intimité des tissus les circonscrivent beaucoup mieux que les données morphologiques externes. Le Tableau placé à la fin de cette Communication le démontre aisément.

» L'examen judicieux des caractères anatomiques nous permet, en outre, d'établir la filiation chronologique très probable des représentants connus du genre.

» Si nous suivons attentivement l'évolution des poils épidermiques, nous voyons : 1° des poils 1-cellulaires longs exister exclusivement chez les *A. volubilis* (à l'état jeune), *A. arguta* et *melanandra,* tandis que tous les autres représentants portent des poils 1-sériés simples ou diversement composés. Il serait imprudent, à mon avis, de faire dériver les poils 1-sériés

des premiers; le contraire serait plus naturel ainsi que certains botanistes l'ont démontré pour d'autres groupes de plantes ([1]). Le degré de développement de tous les organes des trois *Actinidia* précités, ainsi que leurs besoins physiologiques ne permettent pas de les placer chacun en tête d'une série de dérivations. Il est plus naturel de les considérer comme formant une petite série, un sous-genre issu de formes nodales disparues, qui possédaient à la fois des poils 1-cellulaires et des poils 1-sériés.

» En première ligne, nous placerons *A. volubilis*, plante beaucoup moins xérophile que ses congénères, en la faisant suivre par *A. arguta* et *A. melanandra*, dont la xérophilie est très accentuée. Cette dernière espèce, par son héliophilie, s'éloigne plus du groupe nodal que les deux autres. La morphologie confirme ce rapprochement, surtout en ce qui concerne les *A. arguta* et *melanandra*.

» Une autre série de dérivation nous est fournie par tous les autres représentants du genre ([2]). Le polymorphisme des poils épidermiques, loin de détruire l'homogénéité de cette série, explique parfaitement les raisons qui m'ont guidé dans la subordination des espèces qui la composent. Nous voyons en effet, à des états différents de complication, des poils 1-sériés présenter à leur base, deux cellules accolées parallèlement, indiquant ainsi le point de départ des poils plurisériés (exemple : *Act. trichogyna*, Franchet). Ces poils plurisériés deviennent, selon les besoins de la plante, plus ou moins puissants, et peuvent constituer des poils en massifs (*A. kolomicta, A. rufa,* etc.). Les poils étoilés, plus ou moins pédicellés des *A. chinensis* et *Championi* dérivent, sans nul doute, de poils en massifs dans lesquels des files longitudinales et périphériques de cellules se sont isolées, soit à partir de la base du poil, soit plus haut. La curieuse structure des poils de quelques espèces du genre *Saurauja* que l'on a, à tort, rattaché aux Ternstrœmiacées, le démontre clairement ([3]).

([1]) Parmentier, *Recherches sur les* Onothéracées *et les* Haloragacées (*Annales Sciences naturelles,* 8e série, t. III, p. 71).

([2]) Je dois en excepter les *A. repanda* Sieb. et Zucc. et *A. eriantha* Benth. qu'il m'a été impossible de me procurer.

([3]) Bentham et Hooker ont groupé, dans une même tribu des Ternstrœmiacées, les genres *Actinidia* et *Saurauja*. Maximowicz, en 1889, a séparé les deux genres, en établissant que les *Actinidia,* comme les Dilléniacées, étaient pourvus de raphides, tandis que les *Saurauja* ainsi que les Ternstræmiacées n'en avaient pas. Il y a là une erreur, car plusieurs *Saurauja* examinés par moi possèdent de nombreuses cellules à raphides. Si, à ce caractère saillant, j'en ajoute d'autres communs aux Dilléniacées

» La seconde branche pléiotype de déviation débute par *A. callosa*, chez qui les exigences de milieu sont exprimées le plus faiblement. Vient ensuite *A. trichogyna*. Entre ces deux plantes très éloignées l'une de l'autre par l'inégalité de leur hélio-xérophilie, il existe ou il a existé des formes intermédiaires. La morphologie rapproche aussi ces deux espèces.

» *Actinidia kolomicta* indique le point de départ d'un rameau dérivé de la série *callosa-trichogyna*, d'autant plus que des poils glandulifères, courts et trapus, existent sur l'épiderme inférieur de ses feuilles. A cette espèce se rattachent successivement, par degré ascendant d'hélio-xérophilie, et aussi par des différenciations anatomiques progressives, les *A. polygama, rufa, tetramera* et *strigosa*. Quant au rapprochement des *A. strigosa* et *callosa* que certains floristes ont cru reconnaître en se basant exclusivement sur la similitude du port de ces deux espèces, il n'y faut pas songer : *A. strigosa* est bien à sa place, à côté de *A. tetramera*, malgré la différence du plan floral.

» Une petite bifurcation se produit, dans la série *callosa-trichogyna-kolomicta*, avec *A. Championi*, chez qui l'on rencontre des poils étoilés et des poils 1-sériés simples. *Act. chinensis* doit être placé à côté du précédent et au même titre spécifique. Les caractères distinctifs les plus saillants de ces plantes sont indiqués dans le Tableau analytique ci-après :

TABLEAU ANALYTIQUE DES ESPÈCES.

A. — *Poils 1-cell. ou o.*

» 1. Poils o sur les feuilles adultes. Pédoncules 1-flores........ *A. volubilis.*

» 2. Mésophylle d'une épaisseur moyenne de 182 μ. Faisceaux libéro-ligneux du pétiole non concentriques. Anthères non noircissantes........ *A. arguta*

» 3. Mésophylle d'une épaisseur moyenne de 275 μ. Faisceaux libéro-ligneux du pétiole concentrique. Anthères noircissantes........ *A. melanandra*

B. — *Poils 1-sériés.*

» 1. Mésophylle homogène, palissades nulles. Feuilles luisantes en dessus........ *A. callosa*

» 2. Mésophylle bifacial. Feuilles vert noirâtre en dessus...... *A. trichogyna*

---

et aux *Saurauja*, j'aurai, il me semble, suffisamment démontré que ces derniers doivent être détachés des Ternstræmiacées pour être rattachés aux Dilléniacées. Je reviendrai, dans un Mémoire plus étendu, sur ce point de classification.

C. — *Poils 1-sériés et poils en massifs.*

» † Poils glandulifères sur l'épiderme inférieur de la feuille.
Palissades nulles .... *A. kolomicta*
» †† Poils glandulifères nuls. Mésophylle bifacial.
⋆ Raphides de la feuille à très grosses aiguilles........ *A. rufa.*
⋆ Raphides à aiguilles fines.
1. Raphides en files rayonnantes dans le liber de la tige. Plante polygame.... .... *A. polygama*
2. Raphides non en files rayonnantes ou nulles dans le liber de la tige. Plante dioïque. .... *A. strigosa*
3. Poils 1-sériés très courts mêlés aux poils massifs. Périderme dans la tige avec phelloderme mécanique. Fleurs tétramères................ *A. tetramera*

D. — *Poils étoilés mélangés de poils 1-sériés simples.*

» 1. Cristaux de CO^3Ca en baguettes plus ou moins allongées; quelquefois aussi cristaux prismatiques dans le mésophylle. Stomates d'une longueur moyenne de 36-38 μ... *A. chinensis.*
» 2. Cristaux de CO^3Ca nuls. Stomates d'une longueur moyenne de 25-26 μ....................................... *A. Championi.*

BOTANIQUE. — *Sur la production expérimentale de tiges et d'inflorescences fasciées.* Note de M. **L. Géneau de Lamarlière**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« M. Hugo de Vries [1], dans ces dernières années, a démontré que l'on peut, en s'entourant de certaines précautions dans la culture, obtenir des races de plantes anormales et surtout de plantes à tiges et à rameaux fasciés. Toutefois, les porte-graines auxquels étaient empruntées les semences qui avaient servi à créer les races en question étaient doués des mêmes anomalies que leurs descendants, de sorte que si, en définitive, on arrive à rendre héréditaire telle ou telle déformation, on ignore encore la cause qui produit les anomalies ainsi que les circonstances qui accom-

---

[1] H. de Vries, *Sur la culture des monstruosités* (*Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 125; 1899). — *Sur la culture des fasciations des espèces annuelles et bisannuelles* (*Revue générale de Botanique*, n° 124, t. XI; 1899). — *Ueber die Abhängigkeit der Fasciation vom Alter bei zweijährigen Pflanzen* (*Bot. Centralblatt.*, n° 9 et seq.; 1899).

pagnent leur production, et l'on en est réduit de ce côté à de simples hypothèses.

» D'autre part, j'avais déjà observé dans la nature que certaines anomalies paraissent dues vraisemblablement à des mutilations plus ou moins importantes subies par les sujets qui les présentaient. Ces observations m'ont amené à instituer quelques expériences, encore peu nombreuses, il est vrai, mais qui ont donné des résultats certains et qui m'ont permis d'obtenir des fasciations à la suite de mutilations dirigées convenablement.

» L'expérience que je citerai ici a porté sur un individu vigoureux de *Barkhausia taraxacifolia* DC, provenant de graines germées en 1898, selon toute vraisemblance; j'ai trouvé le pied en place au mois d'avril 1899. Lorsque les premières tiges florifères parurent, après m'être assuré qu'elles ne présentaient rien d'anormal, je coupai le sommet de manière à ne conserver sur chacune de ces tiges primaires que deux ou trois feuilles vers la base. A la suite de cette mutilation naquirent de nouvelles tiges sur le collet, elles furent toutes sacrifiées systématiquement. Quant aux rameaux qui se formèrent à l'aisselle des deux ou trois feuilles laissées sur les premières tiges principales dont le sommet avait été coupé, ils prirent un développement considérable et rapide, grâce aux réserves emmagasinées dans la racine et aux aliments abondants fournis par les feuilles radicales très nombreuses et développées extraordinairement à la suite des premières mutilations. Mais sitôt qu'on put voir que ces rameaux ne présentaient encore aucune anomalie, je les coupai à leur tour à quelques centimètres de leur base. Deux d'entre eux seulement furent conservés comme témoins.

» Quelque temps après cette deuxième série de mutilations, je pus voir, dans l'espace axillaire compris entre la base des rameaux mutilés et leur feuille axillante, se former un, deux ou trois bourgeons, disposés symétriquement, qui donnèrent naissance à des rameaux de deuxième génération, moins vigoureux, il est vrai, que les deux rameaux laissés comme témoins, mais plus intéressants. En effet, dans un bon nombre d'entre eux, le capitule terminal, avant la floraison, se montrait nettement aplati, et même comme fendu longitudinalement par le milieu, tandis que les capitules latéraux étaient, à la même époque, cylindriques et normaux. Mais, au moment de la floraison, l'anomalie, si elle ne disparut pas tout à fait, fut au moins en partie masquée, et les capitules vus de dessus paraissaient circulaires.

» Dans d'autres capitules, l'anomalie persista au moment de la floraison, et ces inflorescences ainsi aplaties présentaient une apparence sem-

blable à la *ligne de cœur* (Herzlinie) observée par M. Hugo de Vries dans les rosettes de feuilles radicales d'individus fasciés de *Crepis* ou de *Taraxacum*, etc. Parfois ces capitules terminaux paraissaient se dédoubler longitudinalement et se montraient comme formés de deux capitules accolés l'un à l'autre. Dans un cas même, j'ai pu trouver trois capitules ainsi concrescents, mais encore assez distincts dans certaines de leurs parties.

» Dans certains rameaux, j'ai pu constater aussi un aplatissement très net de l'axe (6^{mm} sur 3) quelquefois accompagné de torsions ou de courbures en crosse, particularités qui se rencontrent dans beaucoup de rameaux fasciés.

» Ainsi donc, des mutilations, pratiquées sur les tiges principales et sur les rameaux du *Barkhausia taraxacifolia*, ont amené la formation et le développement de bourgeons dormants anormaux et donnant naissance à des rameaux et à des inflorescences plus ou moins fasciés. La mutilation des axes principaux est donc une cause de production de cas tératologiques, cause indirecte, il est vrai, mais pourtant efficace.

» On peut supposer, dans le cas présent, que les bourgeons anormaux développés dans un espace axillaire étroit, comprimés entre la feuille axillante et le rameau, ont pris en quelque sorte la forme de la région qui leur a donné naissance et que cette forme aplatie s'est conservée ensuite dans les rameaux et les inflorescences. Cela peut être vrai pour le *Barkhausia*, mais ne l'est pas dans tous les cas. J'ai, en effet, observé dans la nature, sur l'*Angelica silvestris* particulièrement, que des bourgeons développés à la suite de mutilations donnaient des anomalies autres que des fasciations. »

PHYSIOLOGIE. — *Vitesse de propagation des oscillations nerveuses produites par les excitations unipolaires.* Note de M. **Aug. Charpentier**, présentée par M. d'Arsonval.

« Dans une Note précédente (12 juin 1899), j'ai indiqué le principe d'une méthode propre à mesurer la vitesse avec laquelle le nerf transmet, après les avoir modifiées et leur avoir imprimé une forme oscillatoire, les excitations unipolaires de très courte durée. Voici sous quelle forme j'ai pu appliquer cette méthode dans mes dernières recherches, et les résultats qu'elle m'a donnés jusqu'à présent. Je me réserve de donner des chiffres définitifs lorsque j'aurai repris ces recherches avec un nouveau matériel.

» Le cylindre de l'appareil enregistreur de Marey et son chariot à vis m'ont fourni les éléments de l'application du procédé d'analyse chronographique de Guillemin et l'envoi très rapproché de deux courants dans le nerf. Le cylindre enregistreur a été recouvert exactement d'une feuille de papier glacé, sur laquelle j'ai collé, un peu obliquement par rapport à une des génératrices, un fil de platine de faible diamètre. Ce fil de platine était soudé, par une de ses extrémités repliée, à l'axe métallique du cylindre; à ce même axe était amené le courant par l'intermédiaire d'une lame de platine de forme circulaire qui embrassait l'axe à frottement doux.

» Le cylindre était mis en rotation par un moteur électrique Gramme muni d'un régulateur centrifuge en anneau de d'Arsonval, qui lui imprimait un mouvement absolument régulier. La vitesse de rotation du cylindre a varié, dans mes expériences, entre cinq et huit tours par seconde. La base développée du cylindre ayant une longueur de 420^{mm} (dans un de mes modèles), il est facile de calculer le temps pendant lequel, à chaque rotation, le fil de platine sera mis en rapport avec un contact linéaire de même métal; ce temps variera suivant la vitesse de rotation et suivant la largeur du fil. J'ai expérimenté des fils de plusieurs largeurs depuis $\frac{1}{10}$ jusqu'à $\frac{7}{10}$ de millimètre. Les plus étroits donnaient les résultats les plus nets, et finalement je me suis arrêté au premier de ces diamètres. Ce fil était soigneusement travaillé à la lime de façon qu'il présentât au contact une surface plate bien uniforme.

» Sur le cylindre frottaient les extrémités, taillées en biseau, de deux fines tiges de platine portées par deux pinces assez lourdes; indépendantes l'une de l'autre, ces deux tiges, au moment de leur contact avec le platine du cylindre, emportaient isolément le courant aux deux électrodes agissant sur le nerf; leur poids et leur degré d'inclinaison réglaient la pression du contact. Le réglage de ce contact, sur lequel je ne puis insister ici, constitue la partie délicate de l'expérience.

» L'une des deux tiges est tenue par un support à demeure, elle frotte sur le fil de platine du cylindre à une hauteur toujours la même; elle emporte donc le courant toujours à une même phase de la rotation du cylindre. La seconde tige est adaptée à un support mobile, entraîné parallèlement au cylindre par le chariot à vis. La main de l'opérateur ou d'un aide agit sur celui-ci par l'intermédiaire d'un plateau circulaire tournant avec l'axe du chariot. On peut, en déplaçant le plateau, faire avancer ou reculer de très petites quantités le support de la tige mobile, qui frottera ainsi sur le platine du cylindre en des endroits variables. Ce fil de platine étant un

peu oblique par rapport à la génératrice du cylindre se présente alors au contact de la tige en des moments légèrement différents. Dans un de mes modèles, par exemple, un déplacement du chariot de 1^{mm} suivant la longueur du cylindre produisait un retard ou une avance du contact de $0^{mm},12$ seulement, ce qui, évalué en temps, correspond, pour 8 tours par seconde, à $\frac{3}{1000000}$ de seconde environ.

» Le contact fixe étant relié à un point A du nerf et le contact mobile à un autre point B, on voit avec quelle délicatesse il est possible de faire coïncider ou se succéder les deux excitations. Celles-ci sont unipolaires, et doivent être aussi égales que possible; elles sont transmises au nerf par deux crochets minces en cuivre *oxydé*, qui le soulèvent au-dessus des tissus.

» Le second pôle de la pile se rend à une large plaque de même métal en contact avec la plus grande étendue du corps de l'animal (grenouille). Il peut être relié à la terre.

» Le courant est donné par quatre à huit accumulateurs suivant les cas; il traverse un rhéostat de Guillez à sulfate de cuivre *très dilué*, une clef de contact et, généralement, un commutateur. La clef de contact doit être fermée pendant une seule rotation du cylindre quand on veut produire l'excitation. On arrive facilement, avec un peu d'exercice, à produire ce contact à la main dans de bonnes conditions.

» Une cause d'erreur importante à signaler et qui m'a retenu pendant longtemps, c'est le développement d'une petite quantité d'électricité par le frottement des fils métalliques sur le papier du cylindre, et qui peut être suffisant pour exciter le nerf. J'y ai remédié en plombaginant légèrement la surface du papier.

» La mesure de la vitesse de propagation cherchée peut se faire à l'aide de deux expériences successives, dans lesquelles, les électrodes unipolaires étant écartées le long du nerf suivant deux intervalles différents l et l', on détermine chaque fois la position à donner au contact mobile, et, par suite, le retard à donner à la deuxième excitation sur la première pour amener leur neutralisation ou interférence. On a ainsi deux intervalles de temps différents, deux durées t et t', lesquelles se composent respectivement de deux éléments : l'un constant pour un même nerf, mais inconnu, k, qui est l'intervalle de temps nécessaire pour l'excitation du nerf et la neutralisation de deux excitations portant sur un même point; l'autre, qui varie suivant la distance des électrodes, et qui est le temps nécessaire pour la propagation de l'excitation du premier au second point, soit $\frac{l}{v}$ dans un cas

et $\frac{l'}{v}$ dans l'autre, en appelant v la vitesse inconnue de cette propagation.

» On a ainsi deux équations

$$t = k + \frac{l}{v}, \quad \text{et} \quad t' = k + \frac{l'}{v},$$

d'où l'on tire

$$v = \frac{l - l'}{t - t'}.$$

» Cette méthode différentielle a le grand avantage de dispenser d'une opération très difficile, celle qui consiste à déterminer la position initiale de synchronisme exact des deux contacts.

» Ma meilleure série d'expériences m'a donné pour v, sur différents nerfs, les valeurs suivantes : $30^m,80$; $26^m,58$; 22^m; $34^m,80$; $32^m,90$; $25^m,60$; $28^m,77$; $26^m,85$; $24^m,50$; $17^m,90$; 20^m. Moyenne, $26^m,43$. On voit que ce sont des valeurs, non seulement de même ordre, mais sensiblement de même grandeur que celles qui ont été trouvées pour la vitesse de l'influx nerveux. »

PHYSIOLOGIE. — *Anesthésie générale et anesthésie locale du nerf moteur* (1). Note de Mlles **I. Ioteyko** et **M. Stefanowska**, présentée par M. Marey.

« Un agent anesthésique, tel que le chloroforme ou l'éther, qui suspend dans un être vivant tous les mouvements dépendant d'une irritabilité quelconque, exerce-t-il une action démontrable sur l'excitabilité des nerfs moteurs? Telle est la question que nous nous sommes posée dans ces recherches, et notre réponse a été pleinement affirmative.

» 1. *Anesthésie générale du nerf.* — Une patte galvanoscopique est introduite sous une petite cloche de verre renfermant une éponge imbibée d'éther ou de chloroforme. L'excitabilité du nerf est examinée au moyen d'un courant d'essai, tétanisant, de courte durée. On constate que le tétanos obtenu diminue d'intensité à mesure que les effets des vapeurs commencent à s'exercer; après un temps variable d'après la densité des vapeurs anesthésiantes, l'excitabilité est complètement abolie. C'est *le sommeil anesthésique du nerf moteur*. Pour démontrer que le nerf n'est pas mort, on enlève la cloche, et, petit à petit, l'excitabilité réapparaissant, on obtient de nouveau les contractions de la patte.

(1) Travail fait à l'Institut Solvay, de Bruxelles.

» Si l'on interroge méthodiquement l'excitabilité du nerf au moment où il commence à s'anesthésier et en différentes régions dans toute sa longueur, on constate que l'excitabilité de la partie du nerf voisine des centres disparaît bien avant l'excitabilité de sa partie distale; l'ordre inverse est suivi pour la restauration de l'excitabilité. Le muscle est beaucoup plus réfractaire que le nerf vis-à-vis des anesthésiques, mais sa résistance n'est que relative; il finit par être atteint si l'on prolonge l'action des anesthésiques.

» 2. *Anesthésie locale du nerf.* — L'action locale de l'agent anesthésique s'étudie en entourant une portion du nerf au moyen d'un mince bourrelet de ouate imbibée d'éther ou de chloroforme. Cette application ayant été faite, par exemple, dans la partie voisine du muscle, et les électrodes mises en rapport avec la partie supérieure du nerf, voici les faits principaux que nous avons observés : 1° tout au début, l'excitabilité du nerf moteur est légèrement augmentée dans certains cas; 2° dans tous les cas, au bout de peu de temps, *la partie anesthésiée du nerf* devient complètement inconductible pour les excitations venues de la partie supérieure; 3° si, à ce moment, on enlève le bourrelet imbibé d'anesthésique, on voit en peu de temps réapparaître l'excitabilité. La mort du nerf n'a jamais été produite par l'éther; au contraire, en employant le chloroforme, nous avons constaté plusieurs cas de mort du nerf; 4° la diminution de la conductibilité de la partie anesthésiée du nerf se traduit non seulement par la réduction de la secousse musculaire, mais encore par une *diminution de vitesse* dans la transmission nerveuse; en effet, on observe un *ralentissement* énorme de la contraction avec tendance à la contracture; 5° l'action de l'agent anesthésique reste localisée à la partie du nerf anesthésiée; il n'y a, à proprement parler, pas de propagation centrifuge ou centripète. Les nerfs sensitifs sont aptes à l'anesthésie locale, tout comme les nerfs moteurs.

» 3. Un grand nombre d'autres substances (morphine, chloral, alcool), appliquées suivant la méthode précédemment décrite, produisent également l'inexcitabilité locale et momentanée des nerfs.

» 4. En résumé, les anesthésiques peuvent produire *l'abolition de la motricité*, sans que pareil résultat implique, de la part de l'agent dit *anesthésique*, une action préalable sur la sensibilité. Cette inexcitabilité purement motrice s'obtient chez la grenouille par l'action des vapeurs anesthésiques agissant sur toute la longueur ou sur une petite portion du nerf. Dans l'anesthésie générale, les différentes parties du nerf conservent une certaine indépendance les unes vis-à-vis des autres; on en conclut que la

sensibilité du nerf à l'égard des agents anesthésiques n'est pas la même dans toutes ses parties. Dans l'anesthésie locale, la partie anesthésiée seule a complètement perdu son excitabilité (conductibilité et réceptivité). »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Signification physiologique de l'alcool dans le règne végétal.* Note de M. **P. Mazé**, présentée par M. Duclaux.

« On sait que les graines immergées dans de l'eau ne germent pas. Quelle est la cause de cette particularité? M. Dehérain a montré qu'elle est liée à la pénurie d'oxygène.

» M. Jodin a constaté en outre que des graines de pois immergées perdent environ le tiers de leur poids au bout de trente jours.

» Si l'on recherche ce que deviennent ces réserves, on est tout de suite frappé par la quantité relativement grande d'alcool que l'on trouve dans le liquide, lorsqu'on protège les graines immergées dans l'eau contre l'intervention des microbes.

» C'est ainsi que trois lots de 40 pois m'ont fourni les quantités d'alcool consignées dans le Tableau suivant; j'ajoute pour comparaison les chiffres qui expriment la perte de poids totale constatée sur chaque lot, et la durée de l'expérience.

Numéros d'ordre.	Perte de poids totale pour 100 du poids sec initial.	Durée de l'expérience.	Quantité d'alcool pour 100 du poids sec initial.
1	10,58	6 jours	2,34
2	17,3	12 »	4,63
3	27,3	27 »	6,56

» Chaque lot de 40 graines était placé dans 80^{cc} d'eau distillée, et l'accès de l'air n'était entravé que par un tampon de coton peu serré.

» L'alcool peut atteindre un taux plus élevé lorsqu'on opère avec un volume plus restreint de liquide. C'est ainsi que 100 graines immergées dans 100^{cc} d'eau distillée disposés sur le fond de vases coniques d'une contenance de 300^{cc} en fournissent 4,63 pour 100 de leur poids en quatre jours et 10,54 en treize jours.

» Tous ces résultats ont été obtenus à la température de 22°-23°. Le liquide renferme en outre, comme produits de dédoublement, de l'amidon et des sucres réducteurs en très petite quantité.

» Dans cette expérience, la graine solubilise ses substances de réserve

sans pouvoir les faire servir à l'évolution de la plante, à cause d'une aération insuffisante des cellules de l'embryon.

» Prenons maintenant des pois débarrassés de leurs embryons et plaçons les cotylédons sur du sable ou des perles de verre imbibés d'eau. Ici encore le travail d'organisation est supprimé, et corrélativement c'est de l'alcool que l'on trouve dans l'eau, avec des sucres réducteurs et des produits de dégradation des matières protéiques. 61 cotylédons de pois ont donné en vingt et un jours, à la température de 22°-23°, 98^{mgr} d'alcool. De plus, ils exhalaient une odeur très nette de composés aldéhydiques que je n'ai pas encore déterminés.

» Voici une autre expérience qui conduit aux mêmes résultats : on fait germer vingt pois pendant sept jours à 22°-23°. Les tigelles ont $2\text{-}3^{cm}$ de longueur; on les recouvre d'eau distillée; immédiatement leur développement s'arrête. Au bout de cinq jours, on trouve dans le liquide ambiant 130^{mgr} d'alcool.

» Si l'on prend la précaution de laisser le bourgeon terminal à l'air chez quelques plantules seulement, celles-ci continuent à pousser sans manifester le moindre trouble; cela prouve que les fonctions diastasiques s'accomplissent normalement sous l'eau dans les cotylédons, non seulement chez les plantules qui évoluent, mais chez celles qui sont complètement submergées.

» L'alcool apparaît donc comme un produit normal et nécessaire de la digestion des matières hydrocarbonées dans les graines en voie de développement. On peut encore le mettre en évidence dans des plantules de pois qui ont germé pendant quarante-huit heures à 23°-24°, dans des conditions normales.

» M. Devaux a constaté tout récemment que les tiges de quelques espèces ligneuses renferment de l'alcool dans les conditions ordinaires de leur développement. Ceci est-il dû, comme il le dit, à un commencement d'asphyxie? Après ce qui précède, on est obligé de rechercher une autre interprétation, et conformément à mes résultats on doit trouver l'alcool de préférence dans les cellules où la nutrition est le plus active, et non dans les tissus profonds du végétal. M. Berthelot a constaté sa présence dans les feuilles à l'état normal. J'ai examiné moi-même à ce point de vue des feuilles et des tiges de vigne; les feuilles m'ont fourni, pour un poids de 35^{gr} à l'état frais, de 50^{mgr} à 100^{mgr} d'alcool; ces variations semblent dues à l'état du ciel et de l'atmosphère. Les tiges à l'état frais ne renferment pas

d'alcool ou tout au plus des traces inappréciables, attribuables sans doute à l'immigration du côté des feuilles.

» A l'étuve à 35°, le taux ne s'élève pas dans les feuilles; mais au bout de vingt-quatre heures on en trouve dans les tiges et dans l'eau où elles plongent.

» En résumé, tout se passe comme si l'alcool se formait dans les cellules vivantes aux dépens des glucoses, en vertu d'un processus diastasique normal qui les rapproche bien plus des cellules de levure qu'aucune des expériences connues jusqu'ici. »

MÉDECINE. — *De l'action des courants de haute fréquence dans l'arthritisme.* Note de M. **Apostoli**, présentée par M. d'Arsonval.

« Je viens compléter, avec la collaboration de mon assistant, M. A. Laquerrière, les conclusions des deux Notes que j'ai déjà publiées (en 1895 et 1897) sur l'action thérapeutique des courants de haute fréquence étudiés et introduits en médecine par M. le professeur d'Arsonval.

» J'apporte la justification de trois épreuves différentes et parallèles qui se fortifient mutuellement :

» A. Épreuve clinique. — Elle repose sur l'examen de 913 malades qui ont subi au total (tant à ma clinique que dans mon cabinet) 24371 applications, tant générales que locales, des courants de haute fréquence depuis janvier 1894 jusqu'à juin 1899.

» Cette épreuve clinique s'accuse d'une façon à peu près constante par les résultats symptomatiques suivants : *Restauration progressive de l'état général; relèvement des forces et de l'énergie; réveil de l'appétit; meilleur sommeil; meilleure digestion; réapparition de la gaieté, de la résistance au travail et de la facilité pour la marche.*

» B. Épreuve chimique. — L'examen des urines fait par M. Berlioz sur 469 malades et répété 1038 fois depuis 1894 démontre que, sous l'unique influence des courants de haute fréquence, on observe les modifications suivantes dans l'émission des excréta urinaires : *Amélioration de la diurèse et élimination plus facile des excréta; suractivité plus grande des combustions organiques; tendance du rapport de l'acide urique à l'urée à se rapprocher de la moyenne normale, c'est-à-dire de* $\frac{1}{40}$.

» C. Épreuve hémato-spectroscopique, d'après la méthode du Dr Hénocque. — Faite par le Dr Tripet, depuis un an, sur 112 malades de ma clinique, elle a été répétée 200 fois, et donnera lieu à une Communication spéciale de sa part.

» Cette épreuve corrobore les observations cliniques et chimiques précédentes et démontre l'action puissante de ces courants sur l'activité de la nutrition qu'ils stimulent et régularisent à la fois.

» Cet examen repose sur le double témoignage du dosage comparatif avant, pendant et après le traitement électrique, de la proportion centésimale de l'oxy-hémoglobine et de son activité de réduction.

» Si l'on utilise les courants de haute fréquence dans la thérapeutique des diverses manifestations pathologiques de l'*arthritisme*, voici les résultats généraux et sommaires que nous pouvons enregistrer aujourd'hui sous la seule influence des applications générales et locales, associées ou administrées isolément.

» 1° Généralement nuisibles et contre-indiqués dans le *rhumatisme aigu*, ils peuvent quelquefois être favorables dans l'état *subaigu* et sont très efficaces dans la plupart des formes *chroniques* du rhumatisme;

» 2° Ils peuvent très notablement améliorer l'état des *goutteux*, mais ils sont capables de provoquer, dans certains cas, au début de leur application, l'explosion d'un accès aigu;

» 3° Ils paraissent donner de bons résultats contre la *migraine* en prévenant quelquefois son retour périodique;

» 4° Ils sont une arme puissante contre certaines *névralgies arthritiques* (sciatique) par l'action éloignée, préventive et curative à la fois, des applications générales;

» 5° Leur action préventive peut s'exercer favorablement sur les diverses *lithiases* dont ils arrêtent ou retardent parfois l'évolution;

» 6° Les *varices* peuvent bénéficier des modifications dynamiques qu'ils impriment à la circulation périphérique;

» 7° Les *hémorroïdes* sont également justiciables, soit de l'action secondaire des applications générales, soit de l'action directe, intra-rectale, des applications locales;

» 8° La *constipation* et la *dyspepsie*, liées à l'atonie gastrique ou intestinale, sont souvent utilement amendées par cette même médication;

» 9° L'*eczéma* est largement et immédiatement tributaire de l'effluvation par les hautes fréquences, comme il l'est, d'autre part, de l'effluvation statique, et retire également des applications générales les meilleurs bénéfices préventifs;

» 10° Les troubles respiratoires dyspnéiques, comme on les observe chez les *asthmatiques*, peuvent être utilement modifiés;

» 11° Les *congestions vasculaires* diverses qui sont sous la dépendance de l'arthritisme peuvent bénéficier de ce même traitement;

» 12° La *neurasthénie arthritique* est souvent curable par la haute fré-

quence, tandis que la *neurasthénie hystérique* relève avant tout de la statique;

» 13° Ce même traitement peut être utile dans certains troubles liés à l'*artério-sclérose;*

» 14° Sans action directe constante pour provoquer l'amaigrissement, le courant de haute fréquence, en régularisant le taux de la nutrition générale, peut enrayer ou combattre avantageusement l'*obésité* chez les arthritiques.

» En *résumé*, je pense que si le courant statique reste par excellence le mode électrique le plus actif contre les états hystériques, le courant de haute fréquence, sans être une panacée applicable à tous les cas indistinctement, est très efficace contre les principales manifestations pathologiques de l'*arthritisme*.

» *C'est avant tout un médicament de la cellule et un modificateur puissant de la nutrition générale qu'il peut activer et régulariser en même temps, ainsi que l'a indiqué, dès le début de ses recherches physiologiques, M. le professeur d'Arsonval.* »

MÉDECINE. — *De la part qui revient aux actions électrolytiques dans la production de l'érythème radiographique.* Note de MM. **H. Bordier** et **Salvador**, présentée par M. d'Arsonval.

« Dans une précédente Note, nous avons fait connaître les résultats de nos recherches sur l'action d'un tube de Crookes en activité sur un électrolyte voisin et nous avons montré que des effets électrolytiques manifestes se produisent dans ces conditions.

» Nous avons continué ces recherches dans le but de trouver les relations qui existent entre ces effets électrolytiques et les accidents cutanés attribués par la généralité des observateurs aux seuls rayons X. Deux séries d'expériences ont été faites : dans la première, une région de la peau était exposée à la partie du tube de Crookes n'émettant pas de rayons X; dans la seconde, le tube de Crookes était remplacé par la décharge, sous forme d'effluves, de la bobine.

» *Première série.* — Notre bobine de Ruhmkorff, pouvant donner $0^{m},55$ d'étincelles, était munie d'un interrupteur de Vehnelt; le courant primaire avait un voltage de 45 volts et une intensité de 5 ampères.

» Le tube de Crookes était orienté de manière que les rayons X qui en émanaient fussent dirigés vers le plafond du laboratoire; nous avons exposé la partie médiane

du bras droit de l'un de nous près de la région du tube opposée à l'anticathode, en dessous du tube par conséquent.

» La distance comprise entre l'ampoule et la peau était de $0^m,05$; la durée d'exposition a été d'abord de quinze minutes. Le soir même de l'expérience apparaissaient de petites papules légèrement rouges, et une démangeaison très nette se manifestait; le lendemain, la même exposition de la peau était renouvelée dans les mêmes conditions et pendant le même temps. Quarante-huit heures après, une rougeur légère se montrait sur la région cutanée et l'érythème s'accentuait pendant les trois jours suivants. Huit jours après, la surface se desquamait en fines lames épidermiques; on n'a pas noté de gonflement du bras, mais la démangeaison a persisté pendant tout ce temps.

» *Deuxième série.* — Nous avons cherché à voir quels phénomènes se produiraient si l'on remplaçait le tube de Crookes par la décharge, sous forme d'effluves, de la bobine. Pour cela, nous avons pris deux grosses tiges de cuivre coudées à angle droit terminées par des balais en clinquant et reliées aux deux bornes de la bobine de Ruhmkorff. Pour éviter la production d'étincelles entre les deux conducteurs coudés, nous avons interposé une lame verticale de paraffine de $0^m,03$ d'épaisseur : la distance comprise entre les deux tiges métalliques a pu ainsi être réduite à $0^m,15$ sans étincelles.

» Avant d'essayer l'action de la décharge sur la peau, nous avons étudié cette action sur un électrolyte voisin, comme nous l'avions fait précédemment avec le tube de Crookes : une cuve renfermant une solution saturée de sulfate de cuivre pur où plongeaient deux lames de cuivre a été placée en dessous des balais et à $0^m,15$. Après trente minutes de passage du courant dans la bobine, le circuit des lames de l'électrolyte a été fermé sur la boussole de Wiedemann-d'Arsonval et une élongation égale à $0^m,05$ a été notée. Le sens de la déviation galvanométrique était tel que le courant dû à la polarisation des électrodes de l'électrolyte se propageait de la lame placée en face du balai anodique vers la lame située vis-à-vis de l'autre balai. Si l'on se reporte à nos expériences faites avec le tube de Crookes, on trouve que cette déviation est du même ordre de grandeur. Après avoir fait cette première constatation, nous avons remplacé l'électrolyte par la face antéroexterne de l'avant-bras. L'exposition de cette région à la décharge obscure provenant des balais a eu lieu pendant soixante-dix minutes, en plusieurs fois. On constata la production d'une démangeaison assez vive, puis on vit apparaître une légère rougeur; quatre jours après la dernière exposition, la peau changea de couleur et devint brunâtre, puis rouge; enfin, dix jours après l'expérience, la démangeaison ayant persisté, il se fit une desquamation épidermique sur toute la surface exposée à l'action de la décharge des balais.

» Ces expériences montrent qu'il y a une grande analogie, au point de vue des phénomènes cutanés, entre l'action d'un tube de Crookes dont le faisceau de rayons X est dirigé en haut et celle de la décharge de la bobine obtenue à l'aide de pinceaux tournés vers la peau. Dans l'un et l'autre cas, des actions électrolytiques se produisent dans un électrolyte voisin et la force électromotrice de polarisation est de même ordre de grandeur; dans l'un et l'autre cas aussi, les phénomènes cutanés présentent le même degré et la même allure : rougeur, démangeaison, desquamation.

» Les résultats de nos expériences établissent nettement, il nous semble, qu'il peut se produire de l'érythème par la seule action électrolytique et sans que les rayons X aient à intervenir en aucune manière. Mais, si l'on tient compte de l'intensité de l'érythème électrolytique pur comparativement à celle de l'érythème radiographique proprement dit, on doit admettre que l'action électrolytique, mise en évidence par nos expériences, entre sans doute pour une certaine part dans la production des accidents cutanés consécutifs à l'exposition de la peau devant un tube de Crookes, mais qu'il y a aussi un autre facteur qui intervient pour rendre plus profondes les perturbations dont les nerfs trophiques de la peau sont le siège; cet autre facteur semble être l'action des radiations de très petite longueur d'onde et qui constituent les rayons X eux-mêmes.

» Un assez grand nombre de faits prouvent cependant que les radiations de Röntgen ne suffisent pas à elles seules à déterminer l'érythème radiographique; il semble que ces radiations aient besoin, pour arriver à produire franchement l'érythème, du secours de l'action électrolytique due à la décharge dérivée à l'extérieur du tube et provenant, comme nous l'avons indiqué déjà, de l'onde induite de rupture. »

MÉDECINE. — *Nouvelles démonstrations des variations du fer sous l'influence de la grossesse.* Note de M. **A. Charrin**, présentée par M. d'Arsonval [1].

« J'ai établi, avec M. Guillemonat, que, sous l'influence de la grossesse, l'organisme subit une série de modifications. En général, le mouvement de rénovation de la matière s'effectue avec plus de lenteur qu'à l'état normal; l'amaigrissement, conséquence d'une alimentation insuffisante, est parfois plus lent, le volume des urines plus faible, la température plus basse, l'urée moins abondante, etc.

» Au nombre de ces modifications figure l'abaissement des proportions de fer contenu dans le foie, plus encore dans la rate; l'analyse m'a permis de faire connaître certains chiffres qui, chez des cobayes normales, correspondent à 2,24, 1, 2,76, 2,28, 0,72, 1,17, 0,34, etc.; chez des femelles pleines, ces résultats, toujours rapportés à 1000, fléchissent dans leur ensemble; on trouve : 0,75, 0,72, 0,46, 2, 1,07, 0,71.

» A l'inverse de ces variations, le volume, le poids de la rate, tendent à augmenter au moment des derniers mois; ce poids peut s'élever de 0,41 à 0,68; les lacs sanguins sont plus larges, les follicules plus étendus.

---

[1] Travail du laboratoire de Médecine expérimentale; Hautes Études.

» Aux faits que j'ai annoncés, je puis aujourd'hui ajouter de nouveaux résultats, mais surtout mettre en évidence ces résultats en appliquant plusieurs méthodes.

» Un premier procédé consiste à faire agir sur les coupes, en présence de l'acide chlorhydrique, le ferrocyanure de potassium; dans ces conditions, ce réactif des persels ferriques fait apparaître du bleu de Prusse; ce bleu est naturellement d'autant plus abondant que ce tissu renferme plus de fer.

» Un second procédé met en jeu le sulfhydrate d'ammoniaque, qui au contact de ces produits fournit du sulfure de fer, corps plus ou moins noirâtre.

» Un simple coup d'œil jeté sur les préparations mises sous les yeux dispense de tout commentaire; les coupes pratiquées sur les organes des sujets normaux dans la majorité des cas apparaissent nettement plus bleues ou plus noires, autrement dit contiennent plus de fer.

» Ainsi l'analyse aussi bien que les méthodes histo-chimiques permettent d'affirmer la diminution de ce fer sous l'influence de la grossesse; ce fer passe au fœtus où, du reste, on le retrouve, comme l'ont montré Bunge, Lapicque, Guillemonat.

» On voit, d'ailleurs, les grains d'hémosidérine devenir rares; on ne les rencontre que dans le voisinage des vaisseaux. D'autre part, l'infiltration albumino-ferrique des tissus spléniques se révèle plus discrète : en d'autres termes, cette diminution porte sur les deux formes que revêt le fer dans cet organe.

» Il serait aisé de formuler des hypothèses basées sur ces variations; on pourrait, par exemple, faire jouer un rôle à cette disparition dans la genèse des anémies de la grossesse ou de la puerpéralité; on pourrait encore, invoquant l'influence des matières minérales au point de vue de la résistance de l'organisme, penser que ce manque de composés ferreux intervient dans l'abaissement bien connu de cette résistance au voisinage de l'accouchement, etc. Il nous semble préférable de nous en tenir à la démonstration du fait. »

La séance est levée à 4 heures et demie.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 12 juin 1899.
(*Suite.*)

Report of the Astronomer royal to the board of visitors of the Royal Observatory, Greenwich : Read at the annual visitation of the Royal Observatory, 1899 June 3, by W.-H.-M. Christie. 1 fasc. in-4°.

Le Witter, extincteur-avertisseur automatique d'incendies. John M. Sumner and C°, Manchester; 1 fasc. in-4°.

Abhandlungen der königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, aus dem Jahre 1898; mit 6 Tafeln. Berlin, Georg Reimer, 1898; 1 vol. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 19 juin 1899.

La Géologie expérimentale, par Stanislas Meunier; avec 56 figures dans le texte. Paris, Félix Alcan, 1899; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Gaudry. Hommage de l'Auteur.)

Études biologiques sur les Tuniciers coloniaux fixés, par M. Antoine Pizon. Nantes, imp. J. Péquignot fils, 1899; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Perrier. Hommage de l'Auteur.)

Région b.-f. du spectre solaire, dessinée par le chanoine Eug. Spée. Bruxelles, Polleunis et Ceuterick, 1899. Texte, 1 fasc. in-4°. Atlas, 1 fasc. in-f°. (Présenté par M. Mascart. Hommage de l'Auteur.)

Life and letters of Sir Joseph Prestwich, written and edited by his wife. Edinburgh and London, W. Blackwood and Sons, 1899; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Gaudry. Hommage de l'Auteur.)

Othniel Charles Marsh, by Charles-E. Beecher. (From *The american journal of Science,* fourth series, vol. VII, 403-428, June 1899.) 1 fasc. in-8°.

Sugar as food, by Mary Hinman Abel. Washington, 1899; 1 fasc. in-8°.

Sulla saccarificazione dell' amido nello stomaco digerente. Eusebio Oehl. Milano, Ulrico Hoepli, 1898; 1 fasc. in-4°.

Boletin de la Sociedad geografica de Madrid. Tomo XLI, 1er trimestre de 1899. Madrid, imp. de Fortanet, 1899; 1 fasc. in-8°.

Atti della fondazione scientifica Cagnola dalla sua istituzione in poi. Vol. XV, XVI; 1896-98. Milano, 1898; 2 vol. in-8°.

Reale istituto lombardo di Scienze e Lettere. Rendiconti. Serie II, vol. XXXI. Milano, 1898; 1 vol. in-8.

Boletin del Instituto geologico de Mexico. Num. 11. Mexico, 1898. 1 fasc. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 26 JUIN 1899.

Premiers principes de Géométrie moderne, à l'usage des élèves de Mathématiques spéciales et des candidats à la Licence et à l'Agrégation, par ERNEST DUPORCQ. Paris, Gauthier-Villars, 1899; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Traité de Chirurgie d'urgence, par FÉLIX LEJARS. Paris, Masson et Cie, 1899; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Lannelongue, pour le Concours du prix de Médecine et Chirurgie, fondation Montyon.)

De Saint-Pétersbourg à l'Ararat, par Mme STANISLAS MEUNIER. Paris, L.-Henry May, 1899; 1 vol. in-12. (Hommage de l'Auteur.)

Le Pigeon-courrier à travers les âges, par CH. SIBILLOT. T. II. Charleroi, L. Lahaye, 1899; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Annales de la Faculté des Sciences de Marseille. T. IX, fasc. 1-5. Paris. G. Masson, 1899; 5 fasc. in-4°.

La navigation à vapeur sur le haut Yang-Tse, par le R. P. S. CHEVALIER, S. J. Chang-hai, imp. de la Mission catholique, 1899; 1 fasc. in-4°.

Illustrations de la Flore du Congo, par EM. DE WILDEMAN et TH. DURAND. T. I, fasc. 3. Bruxelles, Ch. Van de Weghe, 1899; 1 fasc. in-4°.

Sull' assorbimento della luce per parte di un Gas posto nel campo magnetico. Nota del prof. AUGUSTO RIGHI. Bologna, 1899; 1 fasc. in-8°.

El Gramor. Estudio sobre la adopcion de una nueva unidad monetaria, por ALVARO BIANCHI TUPPER. Santiago de Chile, imp. Cervantes, 1899; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

On certain homologies of the squamosal, intercalar, exoccipitale and extrascapular bones of Amia calva, by EDWARD PHELPS ALLIS. Iena, Gustav Fischer, 1899; 1 fasc. in-8°.

Report of the meteorological service of Canada, by R.-F. STUPART, for the year ended December 31, 1896. Vol. I, II. Ottawa, 1898; 2 vol. in-4°.

Bulletin de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie. 12e année, t. XII, fasc. 1, 1898. Bruxelles, Hayez, 1899; 1 vol. in-8°.

Annales de la Société géologique de Belgique. T. XXVI, 1re, 2e, 3e livraisons. Liége, imp. H. Vaillant-Carmanne, 1898-99; 3 fasc. in-8°.

Annales de la Société royale malacologique de Belgique. T. XXXIV, 1899. (*Bulletin des séances*, p. I-XXXII; *Mémoires*, p. 1-16.) Bruxelles, 1899; 1 fasc. in-8°.

Rendiconti del Circolo matematico di Palermo. T. XIII, anno 1899, fasc. 3 e 4. Palermo, tip. matematica, 1899; 1 fasc. in-8°.

Sitzungsberichte der matematische-physikalischen Classe der k. k. Akademie der Wissenschaften zu München. 1899, Heft I. München, J. Roth, 1899; 1 fasc. in-8°.

Nachrichten von der königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. Geschäftliche Mittheilungen. 1898, Heft II. Göttingen, Lüder Horstmann, 1899; 1 vol. in-8°.

The scientific proceedings of the Royal Dublin Society. Vol. VIII (n. s.), November 1898, part 6. Dublin, Williams and Norgate, 1898; 1 vol. in-8°.

The scientific transactions of the Royal Dublin Society. Vol. VI, fasc. 14, 15, 16; vol. VII, fasc. 1. Dublin, 1898; 4 fasc. in-4°.

Observatoire magnétique et météorologique de Zi-Ka-Wei (Chine), fondé et dirigé par les Missionnaires de la Compagnie de Jésus. *Bulletin mensuel*. Année 1896, 3e trimestre. Chang-hai, Kelly et Walsh, 1899; 1 fasc. in-4°.

FIN DU TOME CENT VINGT-HUITIÈME.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JANVIER — JUIN 1899.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME CXXVIII.

A

Pages.

ACADÉMIE. — État de l'Académie au 1er janvier 1899 5

— M. *C. Wolf*, Président sortant, fait connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des Recueils qu'elle publie, et les changements survenus parmi les Membres et les Correspondants pendant l'année 1898 13

— Allocution de M. *Wolf* en quittant le fauteuil de la présidence 16

— M. le *Président* se fait l'interprète des sentiments de l'Académie à la suite de la mort de M. *Félix Faure*, Président de la République, et lève la séance en signe de deuil 473

ACÉTIQUE (ACIDE) ET SES DÉRIVÉS. — Sur l'acide diisoamilacétique; par M. *H. Fournier* 1288

ACÉTONES. — Sur l'orthoxy-phénoxy-acétone; par M. *Charles Moureu* 433

— Mode d'essai et composition des huiles d'acétone; par MM. *A.* et *P. Buisine*. 561

— Sur les huiles d'acétone de la distillation sèche du pyrolignite de chaux, comme source de méthylpropylcétones; par MM. *A.* et *P. Buisine* 885

ACÉTYLÈNE. — Sur l'explosibilité de l'acétylène aux basses températures; par M. *Georges Claude* 303

— Nouvelles recherches relatives à l'action de l'acide sulfurique sur l'acétylène; par M. *Berthelot* 333

— Sur l'aptitude explosive de l'acétylène mélangé à des gaz inertes; par MM. *Berthelot et Vieille* 777

— Hydrogénation de l'acétylène en présence du nickel; par MM. *Paul Sabatier* et *J.-B. Senderens* 1173

ACIERS. — Sur la torsion permanente et la courbe de récalescence de l'acier; par M. *G. Moreau* 292

— De l'effet des basses températures sur certains aciers; par M. *F. Osmond*. 1395

— Sur les aciers à aimants; par M. *F. Os-*

Pages.

mond 1513

ACOUSTIQUE. — Sur la transmission des sons par les rayons ultra-violets; par M. *Dussaud* 171

— La méthode graphique dans l'étude des voyelles; par M. *Marage* 425

— De l'amplification des sons dans les phonographes; par M. *Dussaud* 552

— Synthèse et vocable de certaines voyelles; par M. *Marage* 689

AÉROLITHES. — M. *Vert* adresse une Note relative à un aérolithe observé à Rio-de-Janeiro le 21 décembre 190

— Ancienne légende russe, relative à une chute de pierres; par M. *Stanislas Meunier* 747

— Chute de météorite récemment observée en Finlande; par M. *Stanislas Meunier* 1130

AÉROSTATION. — Voir *Navigation aérienne.*

AIR ATMOSPHÉRIQUE. — L'iode existe-t-il dans l'air? par M. *Arm. Gautier* 643

— Quantité maximum de chlorures contenus dans l'air de la mer; par M. *Arm. Gautier* 715

— Absence de l'iode, sous forme libre ou de gaz isolés, dans l'atmosphère de la région toulousaine; par M. *F. Garrigou* 884

ALBUMINOÏDES (CORPS). — Sur des réactions nouvelles des bases indoliques et des corps albuminoïdes par M. *J. Gnezda*. 1584

— Cristallisation de l'albumine du sang; par Mlle *Gruzewska* 1535

ALCALOÏDES. — L'acide silicotungstique comme réactif des alcaloïdes; par M. *Gabriel Bertrand* 742

ALCOOLS. — Sur la recherche de l'alcool méthylique dans les liqueurs spiritueuses et sur la présence de cet alcool dans les eaux-de-vie de marcs par M. *A. Trillat* 438

— Action de l'alcool amylique de fermentation sur son dérivé sodé par M. *G. uerbet* 511

— Sur la synthèse de l'alcool; par M. *Berthelot* 862

— Action des alcools éthylique, isobutylique, isoamylique, sur leurs dérivés sodés; par M. *Guerbet* 1002

— Sur l'alcool furfurique; par M. *G. André* 1035

ALDÉHYDES. — Combinaisons obtenues avec les aldéhydes grasses et le sulfate mercurique; par M. *G. Denigès* 429

Pages.

— Action de la formaldéhyde sur les matières albuminoïdes. Transformation des peptones et albumoses en produits de régression albuminoïdes; par M. *Charles Lepierre* 739

— Sur de nouvelles combinaisons du camphre avec les aldéhydes; par M. *A. Haller* 1270

— Sur les réfractions moléculaires, la dispersion moléculaire et le pouvoir rotatoire spécifique des combinaisons de camphre avec quelques aldéhydes aromatiques; par MM. *A. Haller* et *P.-Th. Muller* 1370

ALIMENTAIRES (MATIÈRES). — M. *Balland* adresse une Note « Sur la composition et la valeur alimentaire des principaux légumes » 700

— M. *E. Prichot* adresse une Note relative à la constitution du grain de blé, et à un procédé de traitement des farines 1064

ALLIAGES. — Sur la dilatation des alliages métalliques; par M. *Le Chatelier*.... 1444

ALUMINIUM. — Sur quelques propriétés de l'aluminium; par M. *A. Ditte* 195

— M. *Ernst Fahrig* adresse une Note sur l'aluminium industriel et quelques-unes de ses propriétés 582

— Sur les propriétés et les applications de l'aluminium; par M. *A. Ditte* 793

— Sur les applications de l'aluminium; par M. *Henri Moissan* 895

— Sur les applications de l'aluminium; par M. *A. Ditte* 971

— Sur les impuretés de l'aluminium; par M. *Adolphe Minet* 1163

AMIDES. — Action des oxydants sur quelques amides; par M. *Œchsner de Coninck* 503

AMINES. — Remarques sur la préparation des oxyéthylamines; par M. *F. Chancel* 313

— Sur une synthèse de l'hydroxylamine; par M. *Ad. Jouve* 435

— Oxydation d'amines secondaires et tertiaires; par M. *Œchsner de Coninck*. 682

AMMONIAQUE. — Sur la transformation directe de l'ammoniaque en acide azotique dans les milieux liquides; par M. *E. Demoussy* 566

— Phénomènes lumineux produits par l'action de certains sels ammoniacaux sur l'azotite de potassium en fusion; par M. *D. Tommasi* 1107

Pages.

AMMONIUMS. — Préparation et propriétés d'un ammonium organique : le lithium-monométhylammonium ; par M. *Henri Moissan* 26

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — Généralisation du prolongement analytique d'une fonction ; par M. *Eugène Fabry* 78
— Sur les points singuliers d'une fonction définie par une série de Taylor ; par M. *Servant* 80
— Sur les intégrales complètes des équations aux dérivées partielles ; par M. *N. Saltykow* 166
— Sur le prolongement des fonctions ; par M. *Émile Picard* 193
— Généralisation de la première méthode de Jacobi sur l'intégration d'une équation aux dérivées partielles ; per M. *N. Saltykow* 225
— Sur la généralisation de la première méthode de Jacobi ; par M. *N. Saltikow* 274
— Sur les groupes d'opérations ; par M. *G.-A. Miller* 277
— *Errata* se rapportant à cette communication 628
— Sur le développement de certaines irrationnelles en fraction continue ; par M. *Crelier* 229
— Sur les groupes de classe N — *u* et de degré N au moins *u* — 1 fois transitifs ; par M. *Edmond Maillet* 277
— Sur le problème de l'itération ; par M. *Lémeray* 278
— *Errata* se rapportant à cette Communication 380
— Sur le développement d'une fonction donnée suivant les fonctions harmoniques ; par M. *Stekloff* 279
— Sur le prolongement des fonctions analytiques ; par M. *Émile Borel* 283
— Sur la croissance des fonctions définies par des équations différentielles ; par M. *Emile Borel* 490
— Sur un théorème de M. Hadamard ; par M. *A. Hurwitz* 350
— Sur les séries de puissances toujours divergentes ; par M. *S. Pincherle* ... 407
— Sur les intégrales algébriques de l'équation de Riccati ; par M. *Léon Autonne* 410
— Sur les séries divergentes et les fonctions définies par un développement de Taylor ; par M. *Le Roy* 492

Pages.

— Sur les formes de différentielles invariantes vis-à-vis de certains groupes ; par M. *Emile Cotton* 495
— Sur les équations linéaires aux dérivées partielles ; par M. *E. Vessiot* ... 544
— Sur le prolongement analytique ; par M. *E. Goursat* 591
— Sur une extension du calcul des substitutions linéaires ; par M. *Cyparissos Stéphanos* 593
— Sur la nature arithmétique du nombre *e* ; par M. *Emile Borel* 596
— Sur certains systèmes d'équations de Laplace ; par M. *Tzitzeica* 601
— Sur les théorèmes de Greene et de Cauchy ; par M. *Chessin* 604
— Sur les nombres de Betti ; par M. *H. Poincaré* 629
— Sur l'interprétation d'un nombre restreint d'observations ; par M. *E. Vallier* 654
— Sur l'interprétation d'un nombre restreint d'observations ; par M. *Hatt* .. 893
— M. *L. Crellier* adresse une Note « Sur une nouvelle démonstration du développement de Legendre pour $\sqrt{A}$ » .. 701
— Sur quelques propriétés arithmétiques des fonctions analytiques ; par M. *Paul Staeckel* .... 725 et 805
— Sur les fonctions définies par un développement de Taylor ; par M. *L. Leau* 804
— Sur l'existence des fonctions fondamentales ; par M. *W. Stekloff*. 808 et 984
— Sur les fonctions de plusieurs variables ; par M. *H. Lebesgue* 811
— Plusieurs groupes linéaires isomorphes au groupe simple d'ordre 25920 ; par M. *L.-E. Dickson* 873
— Sur une équation différentielle linéaire du second ordre ; par M. *A. Liapounoff* 910
— Sur une équation transcendante et les équations différentielles linéaires du second ordre à coefficients périodiques ; par M. *A. Liapounoff* 1085
— Interprétation nouvelle de la condition requise pour qu'une intégrale double, prise sur une plaque de surface, ne dépende que du bord de celle-ci ; par M. *Ch. Méray* 913
— Sur les intégrales périodiques des équations linéaires aux dérivées par-

Pages.

tielles du premier ordre; par M. *Levi-Civita* 978
— Extension du théorème de la moyenne aux équations différentielles du premier ordre; par M. *Michel Petrovitch*. 981
— Sur les groupes continus; par M. *H. Poincaré* 1065
— Sur une généralisation du théorème de Fermat; par M. *L.-E. Dickson* 1083
— Sur le développement d'une fonction arbitraire en une série procédant suivant les fonctions harmoniques; par M. *S. Zaremba* 1088
— Les groupes d'ordre $p^2 q^2$, p étant un nombre premier plus grand que le nombre premier q; par M. *Le Vavasseur* 1152
— Sur la représentation d'une branche uniforme de fonction analytique; par M. *G. Mittag-Leffler* 1212
— Sur le calcul des formules contenant des fonctions arbitraires; par M. *Jules Beudon* 1215
— Sur le développement d'une branche uniforme de fonction analytique; par M. *Paul Painlevé* 1277
— Sur le calcul des séries de Taylor à rayon de convergence nul; par M. *Emile Borel* 1281
— Sur les séries de Dirichlet: par M. *Lerch*. 1310
— Sur les développements en série des intégrales des équations différentielles par la méthode de Cauchy; par M. *Emile Picard* 1363
— Sur les équations indéterminées à deux et trois variables, qui n'ont qu'un nombre fini de solutions en nombres entiers; par M. *Edmond Maillet* 1384
— Sur les équations aux dérivées partielles du second ordre à caractéristiques réelles; par M. *J. Coulon* 1386
— Sur une extension d'un théorème de M. Mittag-Leffler; par M. *E. Phragmen* 1434
— Sur la détermination des intégrales des équations aux dérivées partielles du second ordre, par leurs valeurs sur un contour fermé; par M. *Emile Picard*. 1487
— Sur le calcul des intégrales des équations différentielles par la méthode de Cauchy-Lipschitz; par M. *Paul Painlevé* 1505
— Considérations sur les travaux de MM. S. Lie et A. Mayer; par M. *N. Saltykow* 1550
— Nouvelle formule relative aux résidus quadratiques; par le *P. Pépin* 1553
— M. le *Secrétaire perpétuel* signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les deux premiers numéros de « l'Enseignement mathématique », Revue nouvelle dirigée par MM. *Laisant et Fehr* 719
— M. *L. Mirinny* adresse un Mémoire « Sur la nature et le nombre des racines des nombres et des équations algébriques » .... 37 et 573
— M. *E. Porter* adresse un Mémoire « Sur la résolution de l'équation générale du cinquième degré » 1296
— M. *L. Mirinny* adresse un Mémoire « Sur l'extension de la théorie des propriétés générales des équations algébriques » 1237
Voir aussi *Géométrie, Mécanique, Mécanique céleste, Physique mathématique.*

ANATOMIE ANIMALE. — Sur la formation de la tête des Hyménoptères, au moment de leur passage à l'état de nymphe; par M. *L.-G. Seurat* 55
— Histologie de la peau. Définition et nomenclature des couches, chez l'homme et les mammifères; par M. *L. Ranvier* 67
— Histologie de la peau. Sur quelques réactions histochimiques de l'éléidine; par M. *L. Ranvier* 201
— Sur des éléments à bâtonnet dans l'organisme d'un Vertébré; par M. *P. Stephan* 246
— Recherches sur les glandes anales des *Carabidœ*; par M. *L. Bordas* 248
— Recherches sur les glandes défensives des Carabides *bombardiers*; par M. *Fr. Dierckx* 622
— *Errata* se rapportant à cette Communication 703
— Considérations générales sur les glandes défensives des Coléoptères; par M. *L. Bordas* 1009
— Sur la structure des glandes anales des Dytiscides et le prétendu rôle défensif de ces glandes; par N. *Fr. Dierckx*. 1126
— Contribution à l'étude d'éléments spéciaux de la cavité générale du Phymosome; par MM. *J. Kunstler* et *A. Gruvel* 51

Pages.

— Sur certaines déformations particulières des hématies des poissons; par MM. *J. Kunstler* et *A. Gruvel* 618
— Recherches sur les terminaisons nerveuses sensitives dans les muscles striés volontaires; par M. *Poloumordwinoff* 845
— Sur les glandes de Morren des Lombricides d'Europe; par M. *Edouard de Ribaucourt* 1528
— Sur l'histologie du tube digestif de la larve de *Chironomus plumosus*; par M. *P. Vignon* 1596
— M. *J.-J. Andeer* adresse une nouvelle Note sur « Les ostioles dans les règnes animal et végétal, comme appareil régulateur » 59
Voir aussi *Embryologie, Zoologie.*

Anatomie pathologique. — Lésions des centres nerveux dans l'épilepsie expérimentale d'origine absinthique; par M. *G. Marinesco* 1421

Anatomie végétale. — M. *Ch. Degagny* adresse une Note « Sur les variations de longueur du fuseau chez le Lis martagon et la Fritillaire » 135
— Sur la formation du pollen et la réduction chromatique dans le *Naias major*; par M. *L. Guignard* 202
— Sur la structure des faisceaux placentaires dans le genre *Primula*; par M. *E. Decrock* 259
— Modifications dans l'écorce primaire chez les Dicotylédones; par M. *Eberhardt* 463
— Sur quelques particularités anatomiques nouvelles dans les graines grasses (cotylédons et endosperme); par M. *Édouard Heckel* 945
— Accroissement tangentiel du péricycle; par M. *Henri Devaux* 1058
Voir aussi *Botanique.*

Argent. — Sur le sous-oxyde d'argent; par M. *Guntz* 996

Aromatiques (Composés). — Action des oxydants sur quelques composés aromatiques; par MM. *Œchsner de Coninck* et *A. Combe* 239
— Sur quelques cétones aromatiques iodées; par M. *A. Collet* 312

Pages.

— Nouvelles observations sur le développement de principes aromatiques par fermentation alcoolique en présence de certaines feuilles; par M. *Georges Jacquemin* 369
— Action du chlorure et du bromure ferrique sur quelques carbures aromatiques et leurs dérivés de substitutions halogénées; par M. *Thomas* ... 1576

Astronomie. — Sur des photographies de nébuleuses et amas d'étoiles, obtenues à l'observatoire de Meudon; par M. *L. Rabourdin* 219
— Mesures interférentielles des diamètres des satellites de Jupiter et de Vesta, effectuées au grand équatorial coudé de l'Observatoire de Paris; par M. *Maurice Hamy* 583
— Détermination absolue des directions à 45° de l'horizon. Application à la mesure des latitudes; par MM. *J.-J. Perchot* et *W. Ebert* 586
— Observations astronomiques et magnétiques faites sur la côte occidentale de Madagascar; par le R. P. *Colin* 716
— Sur diverses circonstances qui modifient les images réfléchies par le bain de mercure, et sur la transmission à travers le sol des trépidations produites à la surface; par M. *G. Bigourdan* 1147
— Construction d'un miroir plan de 2^m de diamètre, par des procédés mécaniques; par M. *P. Gautier* 1373
— Photographies stellaires, avec la grande lunette de l'observatoire de Meudon; par M. *H. Deslandres* 1375
— Remarques de M. *J. Janssen* sur la Communication précédente 1378
Voir aussi les articles spéciaux : *Géodésie, Mécanique céleste, Eclipses, Etoiles filantes, Nébuleuses, Comètes, Lune, Planètes, Soleil.*

Automobiles. — Sur l'équation du mouvement des automobiles; par M. *A. Blondel* 1441
— Sur l'équation du mouvement des automobiles; par M. *A. Pétot* 1556
— M. *Honoré* adresse une Note relative à un projet d' « automobile de guerre ». 261

B

Pages.

BALISTIQUE. — Sur la loi des pressions dans les bouches à feu; par M. *Vallier* 1305

BACTÉRIOLOGIE. — Sur un mode d'action du *Bacillus subtilis* dans les phénomènes de dénitrification; par M[lle] *A. Fichtenholtz* 442

— Sur la forme *Oospora* (*Streptothrix*) du *Microsporon* du cheval; par M. *E. Bodin* 1466

— Sur une oxydase productrice de pigment, sécrétée par le colibacille; par M. *Gabriel Roux* 693

Voir aussi *Physiologie pathologique*, *Infectieuses* (Maladies), *Microbes*.

BOTANIQUE. — Sur les feuilles primordiales des Cupressinées; par M. *Aug. Daguillon* 256

— Sur les graines de l'*Allamblackia floribunda* Oliv. et sur le beurre de *Bouandja* qu'elles contiennent; par M. *Edouard Heckel* 460

— Sur les Algues qui croissent sur les Araignées de mer, dans le golfe de Gascogne; par M. *C. Sauvageau* 696

— Sur les anthérozoïdes et la double copulation sexuelle chez les végétaux angiospermes; par M. *L. Guignard* .. 864

— Les caractères spécifiques du Champignon du *Pityriasis versicolor* (*Malassezia furfur*); par M. *Paul Vuillemin*. 1052

— Caractères anatomiques et physiologiques des plantes rendues artificiellement alpines par l'alternance des températures extrêmes; par M. *Gaston Bonnier* 1143

— Sur les formes de conservation et de reproduction du black rot; par M. *Joseph Perraud* 1249

— Sur un Champignon parasite dans les affections cancéreuses; par M. *J. Chevalier* .... 1293 et 1480

— Le *guieroa*, arbre à caoutchouc de Madagascar; par M. *Henri Jumelle* 1349

— Sur le parasitisme du *Ximenia americana* L; par M. *Edouard Heckel* 1352

— Sur la position systématique des *Trichophyton* et des formes voisines dans la classification des Champignons; par MM. *L. Matruchot* et *Ch. Dassonville* 1411

— Sur la forme *Oospora* (*Streptothrix*) du *Microsporon* du cheval; par M. *E. Bodin* 1466

— Contribution à l'étude du genre *Actinidia* (Dilléniacées); par M. *Florentin Dunac* 1598

BULLETINS BIBLIOGRAPHIQUES, 60, 136, 191, 262, 470, 523, 573, 627, 704, 749, 891, 950, 1016, 1133, 1196, 1258, 1297, 1424, 1481, 1537, 1616.

C

CALCIUM ET SES COMPOSÉS. — Sur la préparation et les propriétés de l'arséniure de calcium; par M. *P. Lebeau*. 95

— Sur la chaleur de formation de la chaux anhydre à partir de ses éléments; par M. *Henri Moissan* 384

— Préparation et propriétés du phosphure de calcium cristallisé; par M. *Henri Moissan* 787

— Sur la réduction du phosphate de chaux par le charbon dans l'arc électrique; par M. *Albert Renault* 883

— Sur les propriétés thermiques de la chaux préparée à différentes températures; par M. *Henri Gautier* 939

CALCULS. — Sur une nouvelle règle à calcul; par M. *G. Gallice* 163

— M. le *Secrétaire perpétuel* signale à l'Académie des « Tables décimales à neuf chiffres, pour la transformation des heures et des degrés en fractions décimales »; par M. *J. de Rey-Pailhade* 269

CALORIMÉTRIE. — Méthode rapide pour la détermination de la chaleur spécifique des liquides; par M. *D. Négreano* 875

CAMPHRES. — Sur la racémisation du

Pages.
camphre; par M. *A. Debierne*...... 1110
— Sur de nouvelles combinaisons du camphre avec les aldéhydes; par M. *A. Haller*......................... 1270
— Figures de corrosion révélant la structure énantiomorphe des benzylidène-camphres droit et gauche (loi de Pasteur); par M. *Minguin*........... 1335
— Sur les réfractions moléculaires, la dispersion moléculaire et le pouvoir rotatoire spécifique des combinaisons du camphre avec quelques aldéhydes aromatiques; par MM. *A. Haller* et *H.-Th. Muller*.................. 1370
CANCER. — Sur un champignon parasite dans les affections cancéreuses; par M. *J. Chevalier*................. 1293
— Sur un champignon parasite du cancer; par M. *J. Chevalier*............. 1480
CAOUTCHOUC. — Action de quelques gaz sur le caoutchouc; par M. *d'Arsonval*. 1545
CARBONIQUE (ACIDE). — Sur la décomposition de l'acide carbonique en présence du charbon; par M. *O. Boudouard*.................. 824 et 1524
CARBURES. — Recherches sur l'état chimique des divers éléments contenus dans les produits sidérurgiques. Carbures doubles de fer et d'autres métaux; par MM. *Ad. Carnot* et *Goutal*. 207
CELLULOSES. — Osazones oxycellulosiques; par M. *Léo Vignon*.............. 1038
— Sur quelques réactions colorées des oxycelluloses; par M. *Ed. Jandrier*. 1407
CÉRIUM. — Dosage volumétrique du cérium. Applications; par M. *André Job*.......................... 101
— Sur la peroxydation du cérium dissous dans les carbonates alcalins; par M. *André Job*................... 178
— Sur un carbonate double cristallisé de peroxyde de cérium; par M. *André Job*.......................... 1098
— Sur la séparation quantitative du cérium; par MM. *G. Wirouboff* et *A. Verneuil*........................ 1331
CHEMINS DE FER. — M. *Dezavelle* adresse une Note sur un appareil destiné à éviter les accidents produits par les chocs de locomotives............. 1361
CHIMIE. — Sur une relation simple, donnant le poids moléculaire des liquides en fonction de leurs densités et de leurs constantes critiques; par M. *Daniel Berthelot*....................... 606
— Sur le rapport des poids atomiques de l'oxygène et de l'hydrogène; par M. *A. Leduc*.......................... 1158
— Polymérisation des vapeurs anomales: peroxyde d'azote et acide acétique; par M. *A. Leduc*................ 1314
— Sur la flamme de l'hydrogène; par MM. *Schlagdenhauffen* et *Pagel*.... 1170
— Sur la cérine et la friedeline; par MM. *C. Istrati* et *A. Ostrogovich*... 1581
— M. *Armand Gautier* présente à l'Académie, en son nom et au nom de M. *J. Albahary*, un volume intitulé : « Cent vingt exercices de Chimie pratique ». 906
Voir aussi *Thermochimie* et les articles spéciaux : *Aluminium*, *Ammoniaque*, *Ammonium*, *Argent*, *Calcium*, *Carbonique* (Acide), *Carbures*, *Cérium*, *Chlorures*, *Cuivre*, *Cyanures*, *Explosifs* (Corps), *Fer*, *Iode*, *Manganèse*, *Mercure*, *Nickel*, *Nitrique* (Acide), *Oxydes*, *Oxyde de carbone*, *Phosphures*, *Plomb*, *Silicates*, *Siliciures*, *Sodium*, *Sulfures*, *Tungstène*, *Uranium*.
CHIMIE AGRICOLE. — Action des liqueurs acides très étendues sur les phosphates du sol; par M. *T.-H. Schlœsing* fils......................... 1004
Voir aussi *Humiques* (Matières).
CHIMIE ANALYTIQUE. — Méthode générale de séparation du chlore, du brome et de l'iode mélangés à l'état de sels d'argent; par M. *H. Baubigny*......... 51
— Recherches sur la séparation de traces de brome existant dans les chlorures; par M. *H. Baubigny*............. 1160
— Séparation et dosage de traces de brome, en présence d'un très grand excès de chlorure; par M. *H. Baubigny*..... 1236
— *Errata* se rapportant à cette Communication......................... 1426
— Sur le dosage du phosphure d'hydrogène dans les mélanges gazeux; par M. *A. Joannis*................... 1322
— Sur le dosage de l'hydrogène phosphoré dans les mélanges gazeux; par M. *J. Riban*.......................... 1452
— Dosage du cuivre et du mercure dans les raisins, les vins, etc.; par MM. *Léo Vignon* et *Barillet*................ 613
— Recherche du mercure dans les produits des vignes traitées par des bouil-

Pages.

lies mercurielles; par MM. *Léo Vignon* et *J. Perrault*.............. 830
— Remarques de M. *Berthelot* au sujet de cette Communication........... 822

CHIMIE ANIMALE. — Formation biochimique du propylglycol; par M. *André Kling*.......................... 244
— Sur le pouvoir réducteur des tissus : foie et pancréas; par M. *Henri Hélier*............................ 319
— Sur le pouvoir réducteur des tissus : le muscle; par M. *Henri Hélier*...... 687
— Sur le pouvoir réducteur des tissus : le sang; par M. *Henri Hélier*....... 1043
— Sur l'hématine du sang et ses variétés suivant les espèces animales; par MM. *P. Cazeneuve* et *P. Breteau*.... 678
— Sur une oxydase productrice de pigment, sécrétée par le colibacille; par M. *Gabriel Roux*.................. 693
— Toxalbumine de la chair d'anguille de rivière; par M. *Élophe Benech*..... 833
— De l'action favorisante exercée par le pancréas sur la fermentation alcoolique; par MM. *R. Lépine* et *Martz*. 904
— Action de la toluylène-diamine sur les globules rouges; par MM. *L. Lapicque* et *A. Vast*...................... 1244
— Sur l'existence, dans le sang des animaux, d'une substance empêchant l'action de la présure sur le lait; par M. *A. Briot*..................... 1359
— A propos de l'action empêchante du sérum sanguin sur la présure; par MM. *L. Camus* et *E. Gley*......... 1416
— Action coagulante du liquide de la prostate externe du Hérisson sur le contenu des vésicules séminales; par MM. *L. Camus* et *E. Gley*......... 1417
— La composition minérale de l'enfant nouveau-né et la loi de Bunge; par M. *L. Hugounenq*............... 1419
— Cristallisation de l'albumine du sang; par M[lle] *S. Gruzewska*............. 1585
— M. *Armand Gautier* présente à l'Académie la deuxième édition de son Ouvrage : « La Chimie de la cellule vivante »......................... 73

Voir aussi *Fibrine*, *Physiologie animale*.

CHIMIE ORGANIQUE. — Constitution et propriétés chimiques de l'éthylidène-imine; par M. *Marcel Delépine*.... 105
— Dérivés de la méthylhepténone synthétique; par M. *Georges Leser*....... 108
— Synthèse du diméthylhepténol; par M. *H. Barbier*.................. 110
— Action du protochlorure d'iode sur le monochlorobenzène en présence du chlorure d'aluminium anhydre; par M. *A. Mouneyrat*................. 240
— Action des chlorures bisdiazoïques de la benzidine, de l'orthotolidine et de l'orthodianisidine sur l'acétylacétone; par M. *G. Favrel*................ 318
— Etudes de la chaleur latente de vaporisation de la pipéridine, de la pyridine, de l'acéto et du capronitrile; par M. *W. Louguinine*............... 366
— Sur le méthyloctenonal; par M. *G. Leser*. 371
— Sur la pureté du triméthylène préparé par l'action de la poudre de zinc et de l'alcool sur le bromure de triméthylène; par M. *G. Gustavson*......... 437
— Action de l'aldéhyde formique sur le menthol et le bornéol; par M. *André Brochet*......................... 612
— Recherches sur l'acide $\alpha\alpha$-diméthylglutarique; par M. *E.-E. Blaise*.... 676
— Sur une réduction très sensible de l'acide acétone-dicarbonique; par M. *G. Denigès*......................... 680
— Sur un isomère de l'acide menthoxylique; par M. *Georges Leser*....... 734
— Sur le caractère électronégatif de certains radicaux organiques non saturés; par M. *Ernest Charon*........ 736
— Action des chlorures bisdiazoïques de la benzidine, de l'orthotolidine, de la dianisidine sur les malonates d'éthyle et de méthyle; par M. *G. Favre*.... 829
— Sur le dérivé dissymétrique tétraméthylé du diamidodiphényléthane; par M. *A. Trillat*.................... 1113
— Sur quelques dérivés du tétrométhyl-diamidodiphényléthane non symétrique; par M. *A. Trillat*.......... 1414
— Étude de quelques diphénylanthrones substitués; par M. *L. Tétry*........ 1406

Voir aussi *Acétique* (Acide), *Acétones*, *Acétylène*, *Albuminoïdes* (Corps), *Alcaloïdes*, *Alcools*, *Aldéhydes*, *Amides*, *Amines*, *Ammoniums*, *Aromatiques* (Composés), *Camphre*, *Celluloses*, *Dextrines*, *Ethers*, *Formique* (Acide), *Maloniques* (Acides), *Morphine*, *Oxalique* (Série), *Phénols*, *Phénilhydrazine*, *Pyrocatéchine*, *Sucres*, *Urées*.

Pages.
CHIMIE VÉGÉTALE. — Sur le dosage du phosphore et du soufre dans les végétaux et dans leurs cendres; par M. *Berthelot* 17
— Sur la présence et le dosage du chlore dans les plantes; par M. *Berthelot* .. 23
— Sur la marche générale de la végétation : plante développée à l'ombre et au soleil. Regain; par M. *Berthelot* .. 139
— Sur l'anabsinthine, substance nouvelle retirée de l'absinthe; par MM. *Adrian* et *A. Trillat* 115
— Remarques sur la formation de l'alcool et de l'acide carbonique et sur l'absorption de l'oxygène par les tissus des plantes; par M. *Berthelot* 1366
— L'assimilation des hydrates de carbone et l'élaboration de l'azote organique dans les végétaux supérieurs; par M. *Mazé* 185
— Extraction et synthèse du principe odorant de la fleur de jasmin; par M. *Albert Verley* 314
— Développement de principes aromatiques par fermentation alcoolique en présence de certaines feuilles; par M. *G. Jacquemin* 369
— Contribution à la recherche des formes et des conditions sous lesquelles le chlore du sol pénètre ordinairement dans les végétaux terrestres; par M. *P. Pichard* 615
— Sur la solanine; par MM. *P. Cazeneuve* et *P. Breteau* 887
— Osazones oxycellulosiques; par M. *Léo Vignon* 1038
— Sur les aloïnes; par M. *E. Léger* 1401
— Contribution à l'étude du lierre; préparation de l'hédérine; par M. *Houdas*. 1463
— M. *Berthelot* fait hommage à l'Académie de son Ouvrage intitulé : « Station de Chimie végétale de Meudon (1883-1899) : Chimie végétale et agricole .. 1208
Voir aussi *Pectines, Sucres*.
CHIRURGIE. — Nouveaux faits relatifs à la résection sous-périostée du coude. Autopsie d'un coude réséqué totalement depuis vingt-huit ans et reconstitué en une néarthrose solide et énergiquement mobile, ayant tous les caractères d'un ginglyme parfait; par M. *Ollier* 344
— M. le *Secrétaire perpétuel* signale un Ouvrage de M. *Lejars* intitulé : « Chirurgie d'urgence » 1550
CHLOROPHYLLES. — Contribution à l'étude des chlorophylles animales. Chlorophylles du foie des Invertébrés; par MM. *A. Dastre* et *N. Floresco* 598
CHLORURES. — Sur les chlorures-éthers des acides bibasiques; par M. *E.-E. Blaise* 183
— Quantité maximum de chlorures contenus dans l'air de la mer; par M. *Arm. Gautier* 715
— Sur la température du maximum de densité des solutions aqueuses des chlorures alcalins; par M. *L.-C. de Coppet* 1559
COMÈTES. — Observations des comètes Brooks (oct. 1898) et Chase, faites à l'observatoire de Toulouse) par M. *F. Rossard* 41
— Observation de la comète Swift (1899 *a*), faite à l'observatoire de Bordeaux; par M. *F. Courty* 657
— Observations de la comète Swift (1899 *a*), faites à l'Observatoire de Toulouse; par M. *F. Rossard* 719
— Observations de la comète Swift (1899 *a*), faites à l'observatoire de Besançon; par M. *L.-J. Gruey* 720
— Observations de la comète Swift (1899 *a*), faites à l'observatoire de Bordeaux; par MM. *G. Rayet* et *F. Courty* 799
— Observations de la Comète Swift (1899 *a*) faites à l'observatoire d'Alger; par MM. *Trépier, Rambaud* et *F. Sy* 871
— Observations de la comète Swift (1899 *a*), faites à l'observatoire de Toulouse; par M. *F. Rossard* 872
COMMISSIONS SPÉCIALES. — Commission chargée de juger le concours du prix Francœur de 1899 77
— Commission chargée de juger le concours du prix Poncelet 77
— Commission chargée de juger le concours du prix extraordinaire de 6000fr 77
— Commission chargée de juger le concours du prix Montyon (Mécanique). 77
— Commission chargée de juger le concours du prix Plumey 77
— Commission chargée de juger le concours du prix Lalande (Astronomie). 77
— Commission chargée de juger le con-

Pages.
cours du prix Valz................ 77
— Commission chargée de juger le concours du prix La Caze (Physique)... 77
— Commission chargée de juger le concours du prix Montyon (Statistique). 77
— Commission chargée de juger le concours du prix Jecker............. 157
— Commission chargée de juger le concours du prix La Caze (Chimie)..... 157
— Commission chargée de juger le concours du prix Wilde.............. 157
— Commission chargée de juger le concours du prix Delesse............ 157
— Commission chargée de juger le concours du prix Fontanes............ 157
— Commission chargée de juger le concours du prix Desmazières......... 215
— Commission chargée de juger le concours du prix La Fons-Mélicocq..... 215
— Commission chargée de juger le concours du prix Thore............... 215
— Commission chargée de juger le concours du prix Savigny............ 215
— Commission chargée de juger le concours du prix Montyon (Médecine et Chirurgie)...................... 268
— Commission chargée de juger le concours du prix Bréant.............. 269
— Commission chargée de juger le concours du prix Godard.............. 269
— Commission chargée de juger le concours du prix Serres.............. 269
— Commission chargée de juger le concours du prix Barbier............ 269
— Commission chargée de juger le concours du prix Chaussier........... 349
— Commission chargée de juger le concours du prix Lallemand.......... 349
— Commission chargée de juger le concours du prix du baron Larrey..... 349
— Commission chargée de juger le concours du prix Bellion............. 349
— Commission chargée de juger le concours du prix Mège............... 349
— Commission chargée de juger le concours du prix Montyon (Physiologie expérimentale)................... 397
— Commission chargée de juger le concours du prix Philippeaux (Physiologie expérimentale).................. 397
— Commission chargée de juger le concours du prix La Caze (Physiologie). 397
— Commission chargée de juger le concours du prix Montyon (Arts insalubres).......................... 397
— Commission chargée de juger le concours du prix Trémont........... 397
— Commission chargée de juger le concours du prix Saintour........... 543
— Commission chargée de juger le concours du prix Gaston Planté....... 543
— Commission chargée de juger le concours du prix Jean-Jacques Berger.. 543
— Commisson chargée de juger le concours du prix Gegner............ 582
— Commission chargée de juger le concours du prix Petit d'Ormoy (Sciences mathématiques).................. 582
— Commission chargée de juger le concours du prix Petit d'Ormoy (Sciences naturelles)...................... 582
— Commission chargée de juger le concours du prix Tchihatchef.......... 582
— Commission chargée de juger le concours du prix Cahours............ 582
— Commission chargée de juger le concours du grand prix des Sciences physiques pour 1899................. 656
— Commission chargée de juger le concours du prix Bordin (question proposée en 1898, conservée pour 1899)......................... 656
— Commission chargée de juger le concours du prix Bordin (question proposée en 1899).................. 656
— Commission chargée de juger le concours du prix Founeyron pour 1899. 656
— Commission chargée de juger le concours du prix Pourat.............. 656
— Commission chargée de juger le concours du prix Gay................ 718
— Commission chargée de présenter une question de prix Gay pour l'année 1901.............................. 718
— Commission chargée de présenter une question de prix Pourat pour l'année 1901.............................. 719
— Commission chargée de présenter une question de grand prix des Sciences physiques pour l'année 1901........ 800
— Commission chargée de présenter une question de prix Bordin (Sciences physiques) pour l'année 1901....... 800
— MM. *Mascart* et *Maurice Lévy* sont désignés pour la vérification des comptes de l'année 1898........... 1203
Conservatoire des Arts et Métiers. — Liste de candidats adressée à M. le

Pages.

Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes, pour la chaire de Chimie industrielle vacante au Conservatoire des Arts et Métiers : 1° M. *Joannis;* 2° M. *Fleurent*...... 76

Cuivre. — La formaldoxime, comme réactif pour déceler la présence de très petites quantités de cuivre; par M. *A. Bach*.......................... 363

— Préparation et propriétés d'un sous-phosphure de cuivre cristallisé; par M. *G. Maronneau*................ 936

Pages.

— Action du phosphure d'hydrogène sur le cuivre, l'oxydule de cuivre et les solutions ammoniacales des sels de cuivre; par M. *E. Rubénovitch*..... 1398

— Sur le cuivre réduit à basse température; par M. *Alb. Colson*.......... 1458

Cyanures. — Sur les cyanures doubles; par M. *Berthelot*................ 630

— Actions de l'hydrogène sulfuré et des sulfures alcalins sur les cyanures doubles : cyanosulfures; par M. *Berthelot*.......................... 766

D

Décès de Membres et Correspondants de l'Académie. — M. le *Secrétaire perpétuel* informe l'Académie que *Sir Georges-Henry Richards*, Correspondant de le Section de Géographie et Navigation, est décédé à Londres, le 14 novembre 1896................ 381

— Notice sur *Sir Georges-Henry Richards*; par M. *Hatt*...................... 381

— M. le *Secrétaire perpétuel* donne lecture d'une dépêche annonçant la mort de M. *Sophus Lie,* Correspondant de la Section de Géométrie........... 524

— Notice sur M. *Sophus Lie;* par M. *Darboux*........................... 525

— M. le *Président* annonce à l'Académie la mort de M. *Naudin,* Membre de la Section de Botanique, et fait une courte analyse de ses travaux....... 705

— Notice sur M. *Charles Naudin;* par M. *Ed. Bornet*.................. 753

— M. *Albert Gaudry* annonce à l'Académie la mort de M. *Marsh,* Correspondant de la Section de Minéralogie, et fait un court exposé de ses travaux.. 758

— M. le *Secrétaire perpétuel* annonce à l'Académie la mort de M. *G.-H. Wiedemann*, Correspondant de la Section de Physique...................... 759

— Notice sur M. *Wiedemann;* par M. *Mascart*.......................... 759

— M. le *Président* annonce à l'Académie la mort de M. *Charles Friedel*, Membre de la Section de Chimie, et fait un court exposé de ses travaux..... 1017

Décimal Système). — M. *Pfeiffer* adresse un travail « Sur la division décimale de la circonférence et du temps..... 523

— Application, à titre d'essai, de la division décimale du cercle à la pratique de la navigation; par M. *E. Guyou*....... 1197

— *Errata* se rapportant à cette Communication........................... 1298

— Épreuves des instruments destinés aux expériences sur la décimalisation des angles; par M. *Caspari*............ 1442

— M. le *Secrétaire perpétuel* signale à l'Académie des « Tables décimales à neuf chiffres, pour la transformation des heures et des degrés en fractions décimales »; par M. *J. de Rey Pailhade*.......................... 269

Décrets. — M. le *Ministre de l'Instruction publique* transmet l'ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *Roux*.......................... 333

— M. le *Ministre de l'Instruction publique* adresse l'ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *Prillieux*.......................... 1197

Dextrines. — Sur les dextrines de saccharification; par M. *P. Petit*.......... 1176

Diphtérie. — Action du pancréas sur la toxine diphtérique; par M. *Ch. Achard*.......................... 322

— Influence de la voie d'introduction sur le développement des effets thérapeutiques du sérum antidiphtérique; par M. *S. Arloing*.................. 1498

E

Pages.

EAUX NATURELLES. — Analyse de l'eau pour l'épuration chimique; par MM. *Léo Vignon* et *Meunier* 683
— Sur l'emploi des matières colorantes pour la recherche de l'origine des sources et des eaux d'infiltration; par M. *A. Trillat* 698
— Sur la stérilisation industrielle des eaux potables par l'ozone; par MM. *Marmier* et *Abraham* 1034
— Sur le fluor supposé contenu dans certaines eaux minérales; par M. *F. Parmentier* 1100
— Fluor dans quelques eaux minérales. Eaux fluorées; par M. *Charles Lepierre* 1289
— Contribution à l'étude des eaux minérales. Sur la source Croisat, près du Mont-Dore; par M. *F. Parmentier* .. 1408
— Sur les eaux minérales fluorées; par M. *Parmentier* 1409
— Sur la présence de l'iode dans les eaux minérales de Royat; par M. *A. Duboin* 1469
— Essais préliminaires permettant de reconnaître dans les eaux minérales l'existence de métaux rares de divers groupes; par M. *F. Garrigou* 1587
ÉCLIPSES. — Observation de l'éclipse totale de Lune du 27 décembre 1898, faite à l'observatoire de Lyon; par M. *Ch. André* 37
— Observations faites à l'observatoire de Toulouse, pendant l'éclipse du 27 décembre 1898; par MM. *Baillaud, Bourget, Montangerand, Rossard, Besson* 38
— Observation de l'éclipse totale de Lune du 27-28 décembre 1898, faite à l'observatoire de Bordeaux; par MM. *G. Rayet, E. Doublet* et *F. Courty* 71
— Observations de l'éclipse totale de Lune du 27 décembre 1898, faite à l'observatoire de Besançon; par M. *L.-J. Gruey* 216
— Mesures comparatives d'intensité chimique pendant l'éclipse de Lune du 27 décembre 1898; par M. *Th. Moreux* 404
— Observations de l'éclipse partielle de Soleil du 7 juin 1899, faites à l'observatoire de Bordeaux; par MM. *Féraud, Doublet, Esclangon* et *Courty* 1502
ÉCONOMIE RURALE. — Sur les conditions culturales en Tunisie; par M. *J. Dybowsky* 133
— Ouverture d'un pli cacheté contenant une Note relative à un produit capable de détruire les insectes qui attaquent les arbres fruitiers; par M. *Fr. Lepère* 379
— Le travail du sol; par M. *P.-P. Dehérain* 474
— M. le *Secrétaire perpétuel* signale le Tome X (1897-1898) des « Annales de l'École nationale d'Agriculture de Montpellier 1032
— M. le *Secrétaire perpétuel* signale trois Volumes publiés, en langue russe, par M. *Klinguen*, sous le titre : « Les Patriarches d'Agriculture » 1210
Voir aussi *Chimie agricole, Alimentaires* (Matières), *Viticulture, Vins.*
ÉLECTRICITÉ. — Sur les variations de résistance d'un conducteur électrolytique dans un champ magnétique; par M. *H. Bagard* 91
— Perte d'électricité par évaporation de l'eau électrisée. Application à l'électricité atmosphérique; par M. *H. Pellat* 169
— Sur l'expression de l'énergie d'un circuit et la loi de l'électro-aimant; par M. *A. Pérot* 235
— Décharge disruptive dans le vide. Formation des rayons anodiques; par M. *André Broca* 356
— Sur un cas particulier des oscillations électriques, produites par une bobine de Ruhmkorff à circuit secondaire ouvert, et sur une méthode nouvelle pour mesurer des capacités électriques; par MM. *J.-J. Borgman* et *A.-A. Petrowsky* 420
— Sur la loi de dilution des électrolytes; par M. *P.-Th. Muller* 505
— Interrupteur électrolytique; par M. *d'Arsonval* 529
— Sur un cohéreur très sensible, obtenu par le simple contact de deux char-

Pages.
bons, et sur la constatation d'extra-courants induits dans le corps humain, par les ondes électriques; par M. *Thomas Tommasina* 666
— La mort par les courants électriques (courant alternatif); par MM. *J.-L. Prevost* et *F. Battelli* 668
— La mort par les courants électriques (courant continu); par MM. *J.-L. Prevost* et *F. Battelli* 842
— Sur les arcs à courants alternatifs dissymétriques entre métaux et charbons; par M. *A. Blondel* 727
— De l'augmentation de l'intensité moyenne du courant par l'introduction du primaire de la bobine, dans le cas de l'interrupteur électrolytique de Wenhelt; par M. *H. Pellat* 732
— Une question de priorité relativement à la relation entre la constante diélectrique et la densité; par M. *D. Negreano* 814
— Sur l'interrupteur de Wenhelt; par M. *H. Pellat* 815
— Sur l'interrupteur électrolytique de Wenhelt; par M. *A. Blondel* 877
— Sur l'absorption des ondes hertziennes par les corps non métalliques; par MM. *Édouard Branly* et *Gustave Le Bon* 879
— Sur l'obtention des fantômes électriques, montrant les lignes de forces d'un champ électrique dans l'air; par M. *E. Boudreaux* 882
— Production de forces électromotrices par le déplacement, dans le sein d'un liquide soumis à l'action magnétique, de masses de conductivités différentes; par M. *R. Blondlot* 901
— Sur l'action d'une augmentation ou d'une diminution de pression sur l'interrupteur électrolytique; par M. *A. Le Roy* 925
— Quelques conditions de fonctionnement de l'interrupteur électrolytique de M. Wehnelt; par M. *Paul Bary* 925
— Perfectionnements à l'interrupteur électrolytique de Wehnelt; par M. *J. Carpentier* 987
— Contribution à l'étude de l'interrupteur de Wehnelt; par M. *H. Armagnat* .. 988
— Sur la variation de la résistivité électrique des métaux et de leurs alliages due à la torsion; par M. *Coloman de Szily* 927
— Sur la décomposition d'un courant à haut potentiel en une succession de décharges disruptives; par M. *H. Abraham* 991
— Redresseur cathodique pour courants induits; par M. *P. Villard* 994
— Sur la production de chaînes de dépôts électrolytiques, et la formation probable de chaînes conductrices invisibles, dans l'eau distillée, sous l'action des courants de self-induction et des ondes électriques; et sur un curieux phénomène d'oscillations produites dans l'eau distillée par les courants induits à faible fréquence; par M. *Th. Tommasina* 1092
— Sur la capacité électrique des corps mauvais conducteurs; par MM. *I.-L. Borgmann* et *A.-A. Petrovsky* 1153
— Défaut de généralité de la théorie de la polarisation fictive des diélectriques; par M. *H. Pellat* 1218
— Au sujet d'une Note de M. Pellat, sur la polarisation des diélectriques; par M. *Liénard* 1568
— Sur l'alimentation des tubes de M. Michelson par diverses sources électriques; par MM. *A. Pérot* et *Ch. Fabry*. 1221
— A propos de la gaine lumineuse électrolytique; par M. *E. Lagrange* 1224
— Sur la polarisation vraie des diélectriques placés dans un champ électrique; par M. *H. Pellat* 1312
— Rayons émis par une pointe électrisée; par M. *S. Leduc* 1448
— Force électromotrice produite dans une flamme par l'action magnétique; par M. *R. Blondlot* 1497
— Comparaison des vitesses de propagation des ondes électromagnétiques dans l'air et le long des fils; par *C. Gutton* 1508
— Actions électrolytiques observées dans le voisinage d'un tube de Crookes; par MM. *H. Bordier* et *Salvador* 1511
— M. *L. Halle* adresse une Note relative à une machine dynamo-électrique ... 1132
— M. *B. de Balassuy* adresse une Note relative à l'étincelle donnée par la bobine de Ruhmkorff 1194
Voir aussi *Galvanomètres, Radioconducteurs, Rayons X, Télégraphie.*
— M. *Lippmann* fait hommage à l'Aca-

Pages.
démie des Leçons qu'il a professées, à la Sorbonne, sur les « Unités électriques absolues » 1147
Embryologie. — Sur l'embryogénie des Orthonectides; par MM. *Maurice Caullery* et *Félix Mesnil* 516
— La formation de l'œuf dans les genres *Myriothela* et *Tubularia*; par M. *Alphonse Labbé* 1056
— De l'influence de la congélation sur le développement de l'œuf de poule; par M. *Étienne Rabaud* 1183
— Centrosome et fécondation; par M. *Félix Le Dantec* 1341
— Sur l'embryogénie du *Protula Meilhaci*; par M. *Albert Soulier* 1591
Entropie. — La variation d'entropie dans la dissociation de systèmes hétérogènes semblables; par M. *Camille Matignon* 103
Errata. — 380, 575, 628, 703, 1136, 1196, 1298, 1362, 1426, 1538.
Étoiles. — Sur des photographies de nébuleuses et amas d'étoiles, obtenues à l'observatoire de Meudon; par M. *L. Rabourdin* 219
— Photographies stellaires avec la grande lunette de l'observatoire de Meudon; par M. *H. Deslandres* 1375
— Remarque de M. *Janssen* au sujet de la Communication précédente 1378
Étoiles filantes. — Sur une ancienne pluie d'étoiles filantes; par M. *D. Eginitis* 401
— Sur quelques particularités de la théorie des étoiles filantes. Possibilité de la répétition d'activité de certains points radiants. Existence des points radiants dits *stationnaires;* par M. *O. Callandreau* 577
— Sur deux anciennes averses des Biélides; par M. *D. Eginitis* 658
— Sur quelques anciennes pluies d'étoiles filantes; par M. *D. Eginitis* 977
— Observations d'etoiles filantes, faites à Athènes; par M. *D. Eginitis* 1431
Éthers. — Sur les chlorures-éthers des acides bibasiques; par M. *F.-E. Blaise* 183
— Sur un nouveau mode de préparation des éthers phosphoriques mixtes alcoylphénoliques; par M. *Albert Morel* 507
— Étude de quelques dérivés oxyméthyléniques; par M. *E. Grégoire de Bollemont* 1338
Explosifs (Corps). — Sur l'emploi du chlorate de potasse dans les explosifs au nitrate d'ammoniaque; par M. *H. Le Chatelier* 1394

F

Fer. — Recherches sur l'état chimique des divers éléments contenus dans les produits sidérurgiques. Carbures doubles de fer et d'autres métaux; par MM. *Ad. Carnot* et *Goutal* 207
— Sur les alliages de fer et de nickel; par M. *F. Osmond* 304
— Influence du magnetisme sur la conductibilité calorifique du fer; par M. *D. Corda* 418
— Sur un nouveau procédé de préparation du siliciure de fer SiFe; par M. *P. Lebeau* 933
Fibrine. — Sur une fibrine cristallisée; par M. *A. Maillard* 373
Filtration. — Études sur la filtration; par M. *S. Hausser* 112
— Études sur la filtration : les liquides organiques; par M. *J. Hausser* 242
Fluor. — Sur le fluor supposé contenu dans certaines eaux minérales; par M. *F. Parmentier* 1100
— Fluor dans quelques eaux minérales. Eaux fluorées; par M. *Ch. Lepierre* 1289
— Préparation du fluor par électrolyse dans un appareil en cuivre; par M. *Henri Moissan* 1543
— Sur les eaux minérales fluorées; par M. *F. Parmentier* 1409
Formique (Acide). — Sur les anhydrides mixtes de l'acide formique; par M. *A. Béhal* 1460

G

Pages.

GALVANOMÈTRES. — Sur le maximum de sensibilité des galvanomètres à cadre mobile; par M. *C. Féry*.. 663
— Sur l'emploi des franges de diffraction à la lecture des déviations galvanométriques; par M. *Pierre Weiss*...... 876
— Nouvelle méthode galvanométrique; par M. *Féry*.................... 1392
GAZ. — Sur le coefficient de dilatation caractéristique de l'état gazeux parfait; par M. *Daniel Berthelot*........... 498
— Sur la relation qui existe entre le poids moléculaire et la densité des fluides; par M. *Daniel Berthelot*.......... 553
— Essai sur une forme nouvelle de la fonction $f(vpt) = 0$, relative aux fluides; par M. *E.-H. Amagat*........... 538
— Essai sur une forme nouvelle de la relation $f(pvt) = 0$; cas de l'état de saturation; par M. *E.-H. Amagat*.... 649
— Sur le mélange des gaz et la compressibilité des mélanges gazeux; par MM. *Daniel Berthelot* et *Paul Sacerdote*......................... 829
— Sur l'augmentation de pression produite par le mélange de deux gaz et sur la compressibilité du mélange; par M. *Daniel Berthelot*.................... 1159
— Sur le calcul de la compressibilité d'un mélange gazeux, d'après celle de ses éléments; par M. *Daniel Berthelot*.. 1229
GÉODÉSIE. — Sur de nouvelles et importantes applications faites au Canada de la méthode du lever des plans à l'aide de la Photographie; par M. *A. Laussedat*...................... 535
— M. le *Ministre de l'Instruction publique* adresse une Lettre relative au projet de revision de la mesure de l'arc du méridien de Quito......... 1205
GÉOGRAPHIE. — M. le général *Bassot* présente à l'Académie deux Volumes publiés par le Service géographique de l'Armée, sous le titre : « La Carte de France, 1750-1898; étude historique, par M. le colonel *Berthaut* »........ 801
— Rapport sur le projet de réfection de la Carte de France; par M. *de Lapparent*............................ 1546
GÉOLOGIE. — Une coupe transversale des Alpes briançonnaises, de la Gyronde à la frontière italienne; par MM. *Kilian* et *Lugeon*.................. 57
— Sur l'Ordovicien de la presqu'île de Crozon (Finistère); par M. *F. Kerforne*.......................... 187
— Sur la structure du Briançonnais; par M. *P. Termier*................... 466
— Sur le Trias des environs de Rougiers (Var) et sur l'existence, dans cette région, de phénomènes analogues aux pépérites d'Auvergne; par M. *J. Repelin*......................... 1012
— Séparation en deux groupes naturels des épanchements volcaniques du Mont-Dore; caractères chimiques distinctifs de leurs magmas et de celui qui a alimenté les éruptions de la chaîne des Puys; par M. *Michel Lévy*. 1078
— Le carbonifère des Pyrénées centrales; par M. *Caralp*.................. 1413
— Les assises supérieures du terrain jurassique dans le Bas-Boulonnais; par M. *Munier-Chalmas*.............. 1532
— M. le *Secrétaire perpétuel* signale un Ouvrage de M. *Stanislas Meunier* intitulé : « La Géologie expérimentale »......................... 1501
Voir aussi *Minéralogie, Pétrographie, Paléontologie, Hydrologie.*
GÉOMÉTRIE. — Sur la correspondance entre les lignes droites et les sphères; par M. *E.-O. Lovett*................. 83
— Sur la déformation des quadriques de révolution; par M. *C. Guichard*..... 232
— Sur l'équation normale des surfaces; par M. *A. Pellet*................. 233
— Sur les systèmes orthogonaux; par M. *A. Pellet*.................... 284
— Surfaces doublement cylindrées et surfaces isothermiques; par M. *L. Raffy*. 285
— Sur les surfaces à courbure totale constante; par M. *Tzitzeica*........... 288
— Sur les lignes de courbure de certaines surfaces; par M. *Blutel*...... 289 et 721
— Sur les réseaux conjugués dont les courbes sont des géodésiques; par M. *C. Guichard*......................... 599
— Sur quelques applications de la loi de parallélisme des réseaux et des con-

Pages.
gruences; par M. *C. Guichard*..... 723
— Sur les surfaces à lignes de courbure planes ou sphériques; par M. *Emile Waelsch*........................ 920
— Trois formules très générales relatives aux courbes dans l'espace; par M. *N.-I. Hatzidakis*.................... 923
— Sur la déformation des surfaces du second degré; par M. *G. Darboux*; 760 et 854
— Sur les transformations des surfaces à courbure totale constante; par M. *Gaston Darboux*..................... 953
— Sur les surfaces à courbure constante positive; par M. *Gaston Darboux*... 1018
— Sur la déformation des surfaces générales du second degré; par M. *Gaston Darboux*........................ 1264
— Sur les surfaces isothermiques; par M. *Gaston Darboux*.............. 1299
— *Errata* se rapportant à cette Communication........................... 1538
— Sur une classe de surfaces isothermiques, liées à la déformation des surfaces du second degré; par M. *Gaston Darboux*........................ 1483
— Sur les réseaux qui correspondent au cas où la suite de Laplace est limitée dans un sens; par M. *C. Guichard*.. 1149
— Sur les réseaux cycliques qui contiennent un système de géodésiques; par M. *C. Guichard*........................ 1308
— Sur les surfaces isothermiques et la déformation du paraboloïde; par M. *A. Thybaut*......................... 1274
— Sur la déformation de certaines surfaces liées aux surfaces du second degré; par M. *Tzitzeica*............. 1276
— Sur le calcul de la constante *a* des diamètres rectilignes; par M. *E. Mathias*........................... 1389
— Sur quelques surfaces non réglées, applicables sur le plan; par M. *H. Lebesgue*........................... 1502
— M. *A. Meyer* adresse une Note relative à une « théorie de la cycloïde ».... 892
GOUTTE. — Traitement électrique de la goutte; par M. *Th. Guilloz*........ 1122
GRISOU. — M. *Pallas* soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé : « Surpression dans les mines à grisou »........................... 349

H

HISTOIRE DES SCIENCES. — Le *Comité du Centenaire de Spallanzani* informe l'Académie qu'il se propose de publier les hommages des Académies à la mémoire de l'illustre physiologiste..... 401
— M. *Joseph Bertrand* présente, de la part de Mme *Ernest Laugier*, deux Manuscrits contenant un portrait de Condorcet, écrit par Mlle de Lespinasse, et l'éloge de Fourier par Arago...... 1083
— M. *Joseph Bertrand* offre à l'Académie, au nom de Mme *Halphen*, les manuscrits laissés par *Edmond Halphen*... 1210
— M. le *Secrétaire perpétuel* présente à l'Académie le manuscrit du Rapport de *Poisson*, du 4 juillet 1831, sur le Mémoire de Galois relatif aux conditions de résolvabilité des équations par radicaux..................... 1261
— M. le *Secrétaire perpétuel* signale un Ouvrage intitulé : « Histoire de la Faculté des Sciences de Bordeaux (1838-1894) », par M. *G. Rayet*......... 1274
— M. *Albert Gaudry* présente un Ouvrage de Mme *Prestwich*, intitulé : « Life and Letters of Sir Joseph Prestwich, written and edited by his wife »........ 1501
HUMIQUES (MATIÈRES). — Répartition du carbone dans les matières humiques; par M. *G. André*................. 513
HYDRAULIQUE. — Sur la propagation des ondes liquides dans les cours d'eau; par M. *Georges Poisson*........... 42
— M. *Delemay* adresse une Note relative à la théorie du siphon............. 1194
HYDROGÈNE. — Sur le rapport des poids atomiques de l'oxygène et de l'hydrogène; par M. *A. Leduc*........... 1158
— Sur la flamme de l'hydrogène; par MM. *Schlagdenhauffen* et *Pagel*..... 1170
HYDROLOGIE. — Sur l'emploi des matières colorantes pour la recherche de l'origine de sources et des eaux d'infiltration; par M. *A. Trillat*............ 698
— Nouvelles recherches au Puits de Padirac (Lot); par MM. *Armand Viré* et *Étienne Giraud*................ 1190
HYGIÈNE PUBLIQUE. — M. *H. de Brun*

Pages.
adresse un Mémoire manuscrit, intitulé : « L'organisation sanitaire de l'Empire ottoman, et la défense de l'Europe contre la peste et le choléra » 36

I

INFECTIEUSES (MALADIES). — Sur l'infection typhique expérimentale chez le chien ; par MM. *R. Lépine* et *B. Lyonnet*.............................. 396
— Influence de la voie d'introduction sur le développement des effets thérapeutiques du sérum antidiphtérique; par M. *S. Arloing*.................... 1498
Voir aussi *Cancer, Rage, Tuberculose*.
IODATES. — Iodates doubles de bioxyde de manganèse; par M. *A. Berg*........ 673
— Sur le pouvoir oxydant des périodates alcalins; par M. *E. Péchard* 1101
— Action de l'eau sur l'iodomercurate d'ammoniaque et sur l'iodomercurate de potasse; par M. *Maurice François*. 1456
IODE. — L'iode existe-t-il dans l'air? par M. *Armand Gautier*.............. 643
— Absence d'iode, sous forme libre ou de gaz iodés, dans l'atmosphère de la région toulousaine; par M. *H. Garrigou*.............................. 884
— L'iode dans l'eau de mer; par M. *Armand Gautier*.................... 1069
— *Errata* se rapportant à cette Communication 1196
— Sur l'absorption de l'iode par la peau et sa localisation dans certains organes; par M. *R. Gallard*......... 1117
— Recherche et dosage calorimétrique de petites quantités d'iode dans les matières organiques ; par M. *Paul Bourcet*............................. 1120
— Sur la présence de l'iode dans les eaux minérales de Royat; par M. *A. Duboin*. 1469
— Action de l'iode sur les alcalis; par M. *E. Péchard*................... 1453
IODURES. — Recherches sur les vapeurs qu'émettent les deux variétés d'iodure mercurique; par M. *D. Gernez*..... 1515

L

LATITUDES. — Détermination absolue des directions à 45° de l'horizon. Application à la mesure des latitudes; par MM. *J. Perchot* et *W. Ebert*...... 586
LUNE. — Note accompagnant la présentation du quatrième fascicule de l'Atlas photographique de la Lune; par MM. *Lœwy* et *P. Puiseux*......... 1539

M

MACHINES A VAPEUR. — M. *L. George* adresse une Note relative à un « nouveau générateur à vapeur d'eau »... 749
MAGNÉSIUM. — Sur le phosphure de magnésium; par M. *Henri Gautier* 1167
MAGNÉTISME. — Sur l'hystérésimètre construit par MM. *Blondel* et *Carpentier*; par M. *Marcel Deprez*........ 61
— Sur les variations de résistance d'un conducteur électrolytique dans un champ magnétique; par M. *H. Bagard*............................ 91
— L'influence du magnétisme sur la conductibilité calorifique du fer; par M. *Désiré Korda*................. 418
— *Errata* se rapportant à cette Communication 575
— Force électromotrice produite dans une flamme par l'action magnétique; par M. *R. Blondlot*................ 1497
— Sur les aciers à aimants; par M. *F. Osmond*......................... 1513
MAGNÉTISME TERRESTRE. — Sur la valeur absolue des éléments magnétiques au 1er janvier 1899; par M. *Th. Moureaux*.......................... 94
— Observations astronomiques et magnétiques faites sur la côte occidentale de Madagascar; par le R. P. *Colin*... 716
— Sur les éléments magnétiques en Rou-

Pages.

manie au 1er janvier 1895; par M. *D. Negreano*.......................... 813

MAGNÉTOMÈTRES. — Sur une forme simple du magnétomètre; par M. *A. Guillet*. 48

MALONIQUES (ACIDES). — Sur la solubilité dans l'eau des acides maloniques substitués; par MM. *G. Massol* et *F. Lamouroux*.................... 1000

MANGANÈSE. — Iodates doubles de bioxyde de manganèse; par M. *A. Berg*..... 673

MÉCANIQUE. — Rapport de M. *Hatt* sur un Mémoire de M. *Partiot*, du 6 juin 1898 : « Choix d'une formule de célérité ».. 73

— Théorie moléculaire du frottement des solides polis; par M. *Marcel Brillouin*.......................... 354

— Déformation des ondes au cours de leur propagation; par M. *P. Vieille*. 1437

Voir aussi *Hydraulique*.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — Sur la flexion des cylindres à base circulaire; par M. *Ribière*........................ 86

— Sur les courbes de traction; par M. *H. Bouasse*.......................... 291

— Sur la torsion permanente et le point de récalescence de l'acier; par M. *G. Moreau*.......................... 292

— Sur la voûte élastique; par M. *Georges Poisson*.......................... 413

— Sur la propagation d'un allongement graduel d'un fil élastique; par M. *L. de la Rive*.......................... 415

— De l'effet produit, sur le mouvement d'inclinaison d'une bicyclette en marche, par les déplacements latéraux que s'imprime le cavalier; par M. *J. Boussinesq*.......................... 766

— Calcul, dans une hypothèse simple, du déplacement latéral que doit s'imprimer le cavalier, sur une bicyclette en marche, pour porter le centre de gravité du système à une petite distance horizontale voulue de la base de la bicyclette; par M. *J. Boussinesq*.... 859

— Sur l'homographie de la théorie des poutres; par M. *Andrade*.......... 917

— Sur le calcul de l'effort maximum disponible à la barre d'attelage d'un tracteur; par M. *A. Petot*............ 1283

— Sur l'équation du mouvement des automobiles; par M. *A. Blondel*...... .. 1441

— Sur l'équation du mouvement des automobiles; par M. *A. Petot*.......... 1556

— M. *Farjenel* adresse un Mémoire relatif à un « Système de cylindres conjugués, pour moteurs, fonctionnant sous l'action de fluides quelconques »... 269

— M. *E. Houpied* adresse une Note relative à un appareil inflammateur des mélanges tonnants, applicable aux moteurs à cylindres uniques ou multiples. 470

— M. *A. Arnaudeau* adresse une Note relative à une pièce qu'il propose d'ajouter au peson pour en simplifier la graduation.......................... 1296

Voir aussi *Balistique, Mortiers*.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — Sur la variation de la densité à l'intérieur de la Terre; par M. *du Ligondès*............... 160

— M. le *Secrétaire perpétuel* signale un Ouvrage de M. *Tisserand* intitulé : « Leçons sur la détermination des orbites ».......................... 657

— Application du *criterium de Tisserand* aux petites planètes; par M. *Jean Mascart*.......................... 907

— M. *L. Marty* adresse une série de Notes relatives à diverses questions de Mécanique céleste.................... 60

MERCURE. — Sur la dissociation de l'oxyde de mercure; par M. *H. Pélabon*.... 825

— Déplacement du mercure par l'hydrogène; par M. *Albert Colson*......... 1104

— Action de l'eau sur l'iodomercurate d'ammoniaque et sur l'iodomercurate de potasse; par M. *Maurice François*. 1456

— Recherches sur les vapeurs qu'émettent les deux variétés d'iodure mercurique; par M. *D. Gernez*................ 1516

MÉTÉOROLOGIE. — Résultats des observations météorologiques faites dans la dépression au centre du continent asiatique (station de Luktshoun); par M. *Alexis de Tillo*................ 154

— *Errata* se rapportant à cette Communication.......................... 380

— Chute de grêle et trombe observées à Bizerte; par M. *Voiellaud*.......... 327

— Sur un halo extraordinaire observé, à Paris, le 5 avril 1899; par M. *Joseph Jaubert*.......................... 948

— M. *Beaudemoulin* adresse une Note intitulée : « Observations météorologiques; prédictions des saisons ».... 350

Voir aussi *Physique du globe*.

MICROBES. — Les microbes des fleurs; par M. *Domingos Freire*................ 1047

Voir aussi *Bactériologie*.

Pages.

MINÉRALOGIE. — Sur les lois régissant les macles proprement dites; par M. *Fréd. Vallerand* 131
— Explication des macles obtenues par action mécanique; par M. *Fréd. Vallerand* 448
— Sur un nouveau minerai d'urane, la *carnotite;* par MM. *E. Friedel* et *E. Cumenge* 532
— Sur la genèse des minerais de fer de la région lorraine; par M. *P. Villain* .. 1291
— Sur un gîte de magnétite en relation avec le granite de Quérigut (Ariège); par M. *A. Lacroix* 1467
— Sur la cérine et la friedeline; par MM. *C. Istrati* et *A. Ostrogovich* ... 1581
— M. *de Lapparent* fait hommage à l'Académie de la 3e édition de son « Cours de Minéralogie 544
Voir aussi *Pétrographie.*
MORPHINE. — Triacétylmorphine et oxydation de la morphine; par M. *H. Causse* 181
— La morphine et ses sels; par M. *Émile Leroy* 1107
MORTIERS. — Influence des armatures métalliques sur les propriétés des mortiers et bétons; par M. *Considère*. 30
— Sur le mécanisme de la désagrégation des mortiers hydrauliques; par M. *H. Le Chatelier* 661

N

NAVIGATION. — M. *Hatt* fait hommage à l'Académie d'un Volume intitulé : « Instructions nautiques sur les côtes de la Corse, par MM. *Ph. Hatt* et *F. Bouillet* » 544
— Bateaux pour briser la glace, en Russie; par M. *Venukoff* 890
NAVIGATION AÉRIENNE. — M. *V. Gentil* adresse une description et un dessin d'un aérostat dirigeable 490
— M. le *Secrétaire perpétuel* signale la 6e année (1898) de l'*Aérophile* 583
— M. *Delaurier* adresse un Mémoire « Sur la navigation aérienne sans ballons, par le moteur à vapeur universel ... 801
— M. *Ch. Sibillot* adresse une Note relative aux « ballons en aluminium » ... 1082
— M. *Paloux* adresse un projet de nacelle close adaptable aux ballons-sondes 1550
NÉBULEUSES. — Sur des photographies de nébuleuses et d'amas d'étoiles, obtenues à l'observatoire de Meudon; par M. *L. Rabourdin* 219
NICKEL. — Sur les alliages du fer et du nickel; par M. *F. Osmond* 304
NITRILES. — M. le *Secrétaire perpétuel* signale un Ouvrage de M. *L. Henry* ayant pour titre : « Sur les nitriles-alcools aliphatiques et leurs dérivés » 37
NITRIQUE (ACIDE). — Sur un homologue inférieur de l'acide nitrique; par M. *Augustin Durand* 1525
— Sur un mode d'action du *Bacillus subtilis* dans les phénomènes de dénitrification; par Mlle *A. Fichtenholtz* ... 442
NIVELLEMENT. — M. le *Secrétaire perpétuel* signale un Volume contenant les Études de M. *C.-M. Goulier* sur les nivellements de précision, publiés par M. *Ch. Lallemand* 157
NOMINATIONS DE MEMBRES ET CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE. — M. *Mendelejeff* est élu Correspondant pour la Section de Chimie, en remplacement de M. *Kékulé* 215
— M. *Roux* est élu Membre de la Section d'Économie rurale, en remplacement de feu M. *Aimé Girard* 268
— M. *Ray Lankester* est élu Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie, en remplacement de M. *Loven* 543
— M. *Lortet* est élu Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie, en remplacement de M. *Steenstrup* 543
— M. *Helmert* est élu Correspondant pour la Section de Géographie et Navigation, en remplacement de Sir *George-Henry Richards* 582
— Le R. P. *Colin* est élu Correspondant pour la Section de Géographie et Navigation, en remplacement de M. *Manen* 656
— M. *Prillieux* est élu Membre de la Section de Botanique, en remplacement de M. *Naudin* 1146

O

Pages.

OBSERVATOIRES. — Note de M. *Faye*, accompagnant la présentation du Tome I des « Annales de l'Observatoire de Nice »........................ 265
— Présentation, par M. *Lœwy*, du huitième Volume des « Annales de l'Observatoire de Bordeaux »............... 348
OPTIQUE. — Sur l'absorption de la lumière par un corps placé dans un champ magnétique; par M. *Auguste Righi*.... 45
— Sur la dispersion anomale de la vapeur de sodium incandescente, et sur quelques conséquences de ce phénomène; par M. *Henri Becquerel*..... 146
— Sur une méthode physique pouvant permettre de décider s'il y a ou non dispersion dans le vide; par M. *L. Decombe*........................ 172
— Sur la persistance de la luminescence invisible; par M. *Gustave Le Bon*... 174
— Sur la source de l'énergie dans les corps radio-actifs; par M. *William Crookes*......................... 176
— Biréfringence produite par le champ magnétique, liée au phénomène de Zeeman; par M. *A. Cotton*......... 294
— Sur la transparence des corps opaques pour les radiations lumineuses de grande longueur d'onde; par M. *Gustave Le Bon*..................... 297
— Sur les actions de la lumière aux très basses températures; par MM. *Auguste* et *Louis Lumière*............ 359
— Influence des températures très basses sur la phosphorescence; par MM. *Auguste* et *Louis Lumière*.......... 549
— Transformation de la lunette de Galilée en instrument stadimétrique; par M. *G. Humbert*........................ 819
— M. *L. Bloch* adresse une réclamation de priorité, au sujet de cet instrument............................ 1194
— Points corrélatifs des points de Bravais; par M. *Pierre Lefebvre*........ 930
— Points de Bravais et pôles; par M. *Pierre Lefebvre*........................ 1320
— Actinophotomètre fondé sur des relations entre l'éclat du sulfure de zinc phosphorescent et l'intensité ou la nature des sources excitatrices; par M. *Charles Henry*................ 941
— Sur la polarisation rotatoire magnétique du quartz; par M. *Arnold Borel*. 1095
— Sur une source intense de lumière monochromatique; par MM. *Ch. Fabry* et *A. Perot*.................. 1156
— Transmission de la lumière par les milieux troubles; par M. *P. Compan*.. 1226
— Sur la mesure, en longueurs d'onde, des dimensions d'un cube de quartz de 4^{cm} de côté; par MM. *Ch. Fabry*, *J. Macé de Lépinay* et *A. Pérot*........... 1317
— Sur un phakomètre à oscillations; par M. *Ch. Devé*.................... 1561
M. le *Secrétaire perpétuel* signale le deuxième fascicule du « Recueil de données numériques : Optique, par M. *H. Dufet* ».................. 350
— M. *V. Turquan* adresse une Note relative au *rayon vert*................. 261
— M. *G. Quesneville* adresse une Note relative à l'existence de deux phénomènes de diffraction, du même ordre de grandeur, dans les réseaux...... 1194
Voir aussi *Spectroscopie, Stéréoscopie, Vision*.
OSMOSE. — Mesure directe de la pression osmotique de solutions très étendues de chlorure de sodium; par M. *A. Ponsot*.......................... 1447
OXALIQUE (SÉRIE). — Sur la solubilité dans l'eau des acides normaux de la série oxalique; par M. *F. Lamouroux*.... 998
OXYDE DE CARBONE. — Sur la décomposition de l'oxyde de carbone en présence de l'oxyde de fer; par M. *O. Boudouard*.................... 98
OXYDES. — Sur les oxydes complexes des terres rares; par MM. *G. Wyrouboff* et *A. Verneuil*.................. 501
— Sur la décomposition de l'oxyde de carbone en présence des oxydes métalliques; par M. *O. Boudouard*. 822 et 1522
— Sur un nouveau procédé de dosage de l'oxyde de carbone; par MM. *Schlagdenhauffen* et *Pagel*.............. 309
— Dosage de l'oxyde de carbone; par M. *Armand Gautier*.............. 487
— *Errata* se rapportant à cette Communication.................. 575 et 628

Pages.

— Sur la constitution des oxydes des métaux rares; par MM. *G. Wyrouboff* et *A. Verneuil*.................. 1573
— Sur la dissociation de l'oxyde de mercure ; par M. *H. Pélabon*.......... 825
— Sur le sous-oxyde d'argent; par M. *Guntz*. 996
— Remarques sur les oxydes du sodium et sur la fonction chimique de l'eau, comparée à celle de l'hydrogène sulfuré; par M. *de Forcrand*......... 1519

OXYGÈNE. — Sur le rapport des poids atomiques de l'oxygène et de l'hydrogène; par M. *A. Leduc*.......... 1158

P

PALÉONTOLOGIE. — Sur la provenance des valves de Crustacés ostracodes fossiles, tombées à Oullins, près de Lyon; par M. *R. Fourtau*............... 571
— Sur des fossiles nouveaux de Madagascar; par M. *Marcelin Boule*........ 624
— Sur l'existence d'une faune d'animaux arctiques dans la Charente à l'époque quaternaire; par MM. *Marcelin Boule* et *Gustave Chauvet*.............. 1188

PATHOLOGIE ANIMALE. — M. le *Secrétaire perpétuel* signale un Volume de M. *Edmond Fournier*, intitulé : « Stigmates dystrophiques de l'hérédosyphilis »......................... 657
— Les caractères spécifiques du Champignon du *pityriasis versicolor* (*Malassezia furfur*); par M. *Paul Vuillemin*. 1052
— Sur la position systématique des *Trichophyton* et des formes voisines dans la classification des Champignons; par MM. *L. Matruchot* et *Ch. Dassonville*. 1411
— Sur la forme *Oospora* (*Streptothrix*) du *Microsporon* du cheval; par M. *E. Bodin*.......................... 1466

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — Le parasitisme des levures, dans ses rapports avec la brûlure du Sorgho; par M. *Radau*... 445
— Le *Botrytis cinerea* et la maladie de la Toile; par M. *Beauverie*.... 846 et 1251

PECTINES. — Sur les pectines; par M. *Em. Bourquelot*..................... 1241

PÉTROGRAPHIE. — Les roches volcaniques à leucite, de Trébizonde; par M. *A. Lacroix*......................... 128
— Sur une tachylyte du fond de l'Atlantique nord; par M. *Termier*.. 849 et 1256
— Sur l'origine de grains siliceux et de grains quartzeux contenus dans la craie blanche; par M. *Stanislas Meunier*........................... 1013
— Analyse chimique de quelques roches volcaniques provenant de l'étoilement périphérique du Mont-Dore; par M. *E. Bonjean*.......................... 1096
— Sur les rhyolites à ægyrine et riebeckite du pays des Somalis; par M. *A. Lacroix*......................... 1353
— Sur les roches éruptives du Cap-Blanc (Algérie); par MM. *L. Duparc* et *E. Ritter*......................... 1356
— Sur un gîte de magnétite, en relation avec le granite de Quérigut (Ariège); par M. *A. Lacroix*............... 1467

PHÉNOLS ET LEURS DÉRIVÉS. — Préparation des chlorocarbonates phénoliques; par MM. *Ét. Barral* et *Albert Morel*. 1578

PHÉNYLHYDRAZINE ET SES DÉRIVÉS. — Sur les combinaisons de la phénylhydrazine avec les iodures alcooliques; par MM. *P. Genvresse* et *P. Bourget*... 564
— Combinaisons mixtes de la phénylhydrazine et d'une autre base organique avec les sels métalliques; par M. *J. Moitessier*................ 1336

PHONOGRAPHES. — De l'amplification des sons dans les phonographes; par M. *Dussaud*...................... 552

PHOSPHURES. — Préparation et propriétés du phosphure de calcium cristallisé; par M. *Henri Moissan*............ 787
— Sur la préparation et les propriétés d'un sous-phosphure de cuivre cristallisé; par M. *Georges Maronneau*. 936
— Sur le phosphure de magnésium; par M. *Henri Gautier*................ 1167

PHYSICOCHIMIE. — Sur une relation simple, donnant le poids moléculaire des liquides en fonction de leurs densités et de leurs constantes critiques; par M. *Daniel Berthelot*.............. 606

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — Modifications des toxines introduites dans le tube digestif; par MM. *Charrin* et *Levaditi*. 120
— La loi sexuelle du plus petit coefficient; par M. *Félix Le Dantec*.......... 122

Pages.

— Action du bain turc sur les organes internes; par MM. *Bianchi* et *Félix Regnault*..... 324
— La vie en milieu confiné; par M. *d'Arsonval*..... 341
— Sur l'emploi du bioxyde de sodium dans l'étude de la fonction respiratoire; par MM. *Desgrez* et *Balthazard*..... 361
— Sur le mécanisme des phénomènes thermiques liés à la mise en jeu de l'élasticité des corps solides inertes ou animés; par M. *A. Chauveau*..... 388
— Chaleur libérée ou absorbée par la mise en jeu de l'élasticité du caoutchouc, dans les conditions qui peuvent être réalisées pour l'élasticité du muscle en contraction. Applications à l'énergétique musculaire; par M. *A. Chauveau*..... 479
— Inscription électrique des mouvements valvulaires qui déterminent l'ouverture et l'occlusion des orifices du cœur; par M. *A. Chauveau*..... 1025
— Effets de l'auto-excitation du cœur par l'extracourant du petit signal électromagnétique employé à l'inscription des mouvements des valvules cardiaques; par M. *A. Chauveau*..... 1201
— Contribution à l'étude des chlorophylles animales. Chlorophylle du foie des Invertébrés; par MM. *A. Dastre* et *N. Floresco*..... 398
— Recherches sur la valeur physiologique des tubes pyloriques de quelques Téléostéens; par M. *Th. Boudouy*..... 745
— Du rapport entre les oxydations intraorganiques et la production d'énergie cinétique dans l'organisme; par M. *Alexandre Poehl*..... 1046
— Recherches sur la statique des éléments minéraux, et particulièrement du fer, chez le fœtus humain; par M. *L. Hugounenq*..... 1054
— Sur les causes et les variations de la rigidité cadavérique; par MM. *A. Lacassagne* et *Étienne Martin*..... 1124
— De l'angle d'inclinaison des côtes, étudié à l'aide de la radioscopie et de la radiographie, à l'état sain et à l'état morbide, en particulier dans la pleurésie sans épanchement; par MM. *Ch. Bouchard* et *H. Guilleminot*..... 1429
— M. *Berthelot* présente à l'Académie un Ouvrage qu'il vient de publier sur la « Chaleur animale »..... 975
Voir aussi *Chimie animale*, *Urines*.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — Influence d'une légère traction sur l'excitabilité du nerf; par M. *G. Weiss*..... 453
— Sur le galvanotropisme des Infusoires ciliés; par M. *Henri Mouton*..... 1247
— Oscillations nerveuses à la suite des excitations unipolaires; méthode pour la mesure de leur vitesse de propagation; par M. *Aug. Charpentier*..... 1473
— Vitesse de propagation des oscillations nerveuses produites par les excitations unipolaires; par M. *Aug. Charpentier*..... 1603
— Anesthésie générale et anesthésie locale du nerf moteur; par M[lles] *I. Ioteyko* et *M. Stefanowska*..... 1606
— De la part qui revient aux actions électrolytiques dans la production de l'érythème radiographique; par MM. *H. Bordier* et *Salvador*..... 1612
— MM. *P. Haan* et *Marcel Hérubel* adressent une Note ayant pour titre : « Étude expérimentale de la biologie intime et comparée du protoplasma animal et végétal »..... 1481

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — L'exploration clinique des fonctions rénales et la glycosurie phloridzique; par M. *Ch. Achard*..... 322
— Sur l'infection typhique expérimentale chez le chien; par MM. *R. Lépine* et *B. Lyonnet*..... 396
— Prédispositions morbides de la période puerpérale. Hyperglycémie et déminéralisation; par M. *A. Charrin*..... 836
— Action du pancréas sur la toxine diphtérique; par MM. *Charrin* et *Levaditi*..... 839
— Physiologie pathologique de la grossesse; par MM. *Charrin* et *Guillemonat*..... 1180
— Nouvelles démonstrations des variations du fer sous l'influence de la grossesse; par M. *A. Charrin*..... 1614
— Note sur la toxicité urinaire chez les enfants et dans l'appendicite en particulier; par MM. *Lannelongue* et *Gaillard*..... 1493
— De l'action des courants de haute fréquence dans l'arthritisme; par M. *Apostoli*..... 1610

Pages.

— M. *A. Beauvais* adresse une Note relative à un « siège automatique contre le mal de mer » ... 749
Voir aussi *Bactériologie, Infectieuses* (maladies), *Tératologie, Goutte.*

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — Relations entre l'intensité de la coloration verte des feuilles et l'assimilation chlorophyllienne; par M. *Ed. Griffon* ... 253
— Influence de la lumière sur la formation des substances azotées vivantes dans les tissus des végétaux; par M. *W. Palladine* ... 377
— Sur un mode d'action du *Bacillus subtilis* dans les phénomènes de dénitrification; par Mlle *A. Fichtenholtz* ... 442
— Sur la dextrine considérée comme matière de réserve; par M. *Leclerc du Sablon* ... 944
— Modification de la respiration des végétaux à la suite des alternances de température; par M. *W. Palladine* ... 1410
— Sur la germination du *Neottia nidus-avis;* par M. *Noel Bernard* ... 1253
— Asphyxie spontanée et production d'alcool dans les tissus profonds des tiges ligneuses poussant dans les conditions naturelles; par M. *Henri Devaux*. 1346
— Lierre et hérédine. Étude physiologique et toxicologique; par M. *A. Joanin* ... 1476
— Nouvelles recherches sur les fonctions diastasiques des plantes indigofères; par M. *L. Bréaudat* ... 1478
— Sur la chute des feuilles et la cicatrisation de la plaie; par M. *A. Tison*.. 1530
— Sur la production expérimentale de tiges et d'inflorescences fasciées; par M. *L. Géneau de Lamarlière* ... 1601
— Signification physiologique de l'alcool dans le règne végétal; par M. *P. Mazé* ... 1608
Voir aussi *Chimie végétale.*

PHYSIQUE DU GLOBE. — Mouvements barométriques sur l'orthogonal du méridien de la Lune; par M. *A. Poincaré*. 328
— *Errata* se rapportant à cette Communication ... 380
— Moyennes des hauteurs barométriques, en Soleil austral, aux différents points du demi-méridien boréal du Soleil. Écarts dus aux révolutions synodique et tropique de la Lune; par M. *A. Poincaré* ... 1060
— *Errata* se rapportant à cette Communication ... 1136
— Sur les ascensions de ballons-sondes du 24 mars; par M. *Léon Teisserenc de Bort* ... 851
— Sur l'ascension du *Balaschoff* exécutée le 24 mars 1899; par M. *G. Le Cadet* ... 1192
— Carte bathymétrique de l'archipel des Açores; par M. *J. Thoulet* ... 1471
Voir aussi *Météorologie, Magnétisme terrestre, Tremblements de terre.*

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — Sur l'expérience de Lord Kelvin et Joule; par M. *A. Leduc* ... 88
— Le phénomène de Hall et la théorie de Lorentz; par M. *H. Poincaré* ... 339
— Sur les problèmes fondamentaux de la Physique mathématique; par M. *W. Stekloff* ... 588
— Sur la mesure absolue du temps, déduite des lois de l'attraction universelle; par M. *G. Lippmann* ... 1137

PLANÈTES. — Constitution de l'anneau des petites planètes; par M. *Jean Mascart* ... 35
— Rapport de M. *Appell* sur un Mémoire de M. *Jean Mascart,* intitulé : « Constitution de l'anneau des petites planètes; probabilités des coïncidences ». 1203
— Observations de la planète 1898 ED (Charlois) et de la comète Chase, faites à l'observatoire de Besançon par M. *P. Chofardet*. Note de M. *L.-J. Gruey* ... 218
— Observation de la planète EL (Coggia, 31 mars), faite à l'Observatoire de Paris; par M. *O. Callandreau* ... 853
— Observation de la planète EL 1899, découverte par M. Coggia, à Marseille, le 31 mars 1899 (Observateur : M. *Coggia*); par M. *Stéphan* ... 854
— Observations de la planète Coggia, faites à l'observatoire de Toulouse; par M. *F. Rossard* ... 976
— Nouvelles observations de la planète EL (Coggia, 31 mars 1899), faites à l'observatoire de Marseille (Observateur : M. *Coggia*); par M. *E. Stephan* ... 1031
— Observations de la nouvelle planète Coggia (EL), faites à l'observatoire d'Alger; par M. *Rambaud* ... 1033
— Nouveaux éléments de l'orbite de la planète EL (Coggia, 31 mars 1899);

Pages.

par MM. *Lubrano* et *Maitre*........ 1211
Platine. — M. *Foveau de Courmelles* adresse une Note relative à la « Production électrolytique d'un nouvel alliage de platine ».......... 1194 et 1361
— M. *G. Gaudet* adresse une Note « Sur l'action des charbons poreux et des mousses de platine ».............. 1537
Plomb. — Sur les sels mixtes halogénés du plomb; par M. *V. Thomas*......... 1234
— Propriétés de quelques sels mixtes halogénés du plomb; par M. *V. Thomas*.......................... 1329
Pompes. — Sur une nouvelle pompe à mercure; par M. *E.-U. Chatelain*.. 1131
Pyrocatéchine et ses dérivés. — Sur l'éthène-pyrocatéchine; par M. *Ch. Moureu*.......................... 559
— Sur la méthyléthène-pyrocatéchine; par M. *Ch. Moureu*.................. 670

R

Radioconducteurs. — Radioconducteurs à billes métalliques; par M. *Édouard Branly*.......................... 1089
— Sur la substitution de l'action magnétique à l'action mécanique, pour rompre directement les chaînes de la limaille dans les cohérences; par M. *Th. Tommasina*.............. 1225
— M. *E. Ducretet* adresse une Note relative à la construction des radioconducteurs à limailles et à billes d'acier. 1296
— *Errata* se rapportant à cette mention. 1361
Radiographie. — Sur un nouvel appareil destiné à l'orientation des radiographies et à la recherche des corps étrangers; par M. *A. Londe*....... 817
— De l'angle d'inclinaison des côtes, étudié à l'aide de la radioscopie et de la radiographie, en particulier dans la pleurésie sans épanchement; par MM. *Ch. Bouchard* et *H. Guilleminot*.......................... 1429
Radiophonie. — Sur la transmission des sons par les rayons ultra-violets; par M. *Dassaud*...................... 171
Rage. — Sur l'agent pathogène de la rage; par M. *E. Puscarin*............... 691
— Rectification relative à la Communication précédente; par M. *E. Puscarin*. 1043
Rayons X ou rayons Rœntgen. — Contenu d'un pli cacheté relatif à la « Stéréoscopie des rayons X »; par M. *Roulliès*.......................... 190
— M. *de Bourgeon* adresse des épreuves photographiques montrant que le verre isométrope arrête complètement les rayons Rœntgen.................. 190
— Sur l'action chimique des rayons X; par M. *P. Villard*................ 237
— Émission de différents rayons inégalement absorbables, dans la transformation des rayons X par un même corps; par M. *G. Sagnac*................ 300
— *Errata* se rapportant à cette Communication.......................... 380
— Sur la transformation des rayons X par les différents corps; par M. *H. Hurmuzescu*.......................... 422
— Sur la transformation des rayons X par les différents corps; par M. *G. Sagnac*.......................... 546

S

Sections de l'Académie. — Liste de candidats présentés pour la place vacante, dans la Section d'Économie rurale, par le décès de M. *Aimé Girard* : 1° MM. *Risler*, *Roux*; 2° *Maquenne*, *Schlœsing* fils............. 261
— Liste de candidats présentés pour la place vacante, dans la Section de Botanique, par le décès de M. *Naudin* : 1° M. *Prillieux*; 2° MM. *Bureau*, *Maxime Cornu*, *Renault*, *Zeiller*... 1132
Silicates. — Sur l'attaque des silicates par le gaz sulfhydrique; par M. *P. Didier*.......................... 1286
Siliciures. — Sur un nouveau procédé de préparation du siliciure de fer SiFe; par M. *P. Lebeau*............... 933
Sodium. — Chaleur d'oxydation du sodium; par M. *de Forcrand*.............. 1449
— Remarques sur les oxydes du sodium

Pages.
et sur la fonction chimique de l'eau, comparée à celle de l'hydrogène sulfuré; par M. *de Forcrand* 1519
SOLEIL. — Observations du Soleil faites à l'observatoire de Lyon pendant le troisième trimestre de 1898; par M. *J. Guillaume* 158
— Observation du groupe des raies B du spectre solaire, faite au sommet du mont Blanc; par M. *A. de la Baume-Pluvinel* 269
— Remarques sur la Communication précédente; par M. *Janssen* 272
— Observations du Soleil faites à l'observatoire de Lyon pendant le quatrième trimestre 1898; par M. *J. Guillaume*. 802
SOLENNITÉS SCIENTIFIQUES. — Le Centenaire de l'Académie impériale militaire de Médecine de Saint-Pétersbourg; par M. *d'Arsonval* 137
— M. le *Secrétaire perpétuel* informe l'Académie que les fêtes d'inauguration du monument de l'Institut Pasteur, à Lille, auront lieu le 9 avril 1899.... 719
— L'*Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg* informe l'Académie qu'elle célébrera le 1/13 avril 1899, le cinquantième anniversaire de la fondation de l'observatoire physique central 801
— Le Jubilé de Sir *G. Stokes* et le Centenaire de l'Institution Royale; par M. *A. Cornu* 1427
— *Errata* se rapportant à cette Communication 1538
SPECTROSCOPIE. — Sur la détermination de points de repère dans le spectre: par M. *Maurice Hamy* 1380
— Sur un spectroscope de laboratoire, à dispersion et à échelle réglables; par M. *A. de Gramont* 1564
Pages.
STATISTIQUE. — M. *V. Turquan* adresse, pour le concours du prix de Statistique de la fondation Montyon, un travail « Sur les variations de la population et sur sa composition actuelle, par sexe, état civil et âge, dans chacun des départements » 1373
STÉRÉOSCOPIE. — Sur un appareil de mesure simple et général pour la stéréoscopie : le stéréomètre; par MM. *T. Marie* et *H. Ribaut* 1008
SUCRES. — Sur la formation du sucre de l'albumine de l'œuf; par M. *Ferdinand Blumenthal* 117
— De la nature du sucre urinaire des diabétiques; par MM. *G. Patein* et *E. Dufau* 375
— De la fermentation des saccharides; par M. *E. Dubourg* 440
— Sur la fermentation du galactose; par M. *Diénert* .... 569 et 617
— Sur le sucre réducteur et inversible des tiges de maïs; par MM. *C. Istrati* et *G. Œttinger* 1040
— Sur le sucre réducteur et inversible des tiges de maïs, après enlèvement de l'épi lors de sa formation; par MM. *C. Istrati* et *G. Œttinger* 1115
— Sur les dextrines de saccharification; par M. *P. Petit* 1176
SULFURES. — Sur le sulfure de strontium phosphrorescent, préparé au moyen du carbonate de strontium et de la vapeur de soufre; par M. *J.-R. Mourelo* 427
— Sur la phosphorescence du sulfure de strontium; par M. *J.-R. Mourelo*... 557
— Sur l'activité du manganèse par rapport à la phosphorescence du sulfure de strontium; par M. *J.-R. Mourelo*... 1239

T

TEINTURE. — Emploi de la chaux pour préparer les laines destinées à la teinture; par MM. *Ch.-Er. Guignet* et *Em. David* 686
TÉLÉGRAPHIE. — M. *G. Ducretet* adresse, pour l'un des concours de 1899, les Notices qu'il a publiées sur « La Télégraphie hertzienne sans fil »...... 490
— M. *E. Ducretet* informe l'Académie qu'il vient de réaliser des expériences de télégraphie hertzienne sans fil dans Paris, à une distance de 7km....... 891
TÉRATOLOGIE. — Sur la culture des monstruosités; par M. *Hugo de Vries*... 125
THÉRAPEUTIQUE. — M. *A. Laclau* adresse une Note relative à un remède préventif et curatif des maladies de poitrine 470

Pages.

THERMOCHIMIE. — Etudes de la chaleur latente de vaporisation de la pipéridine, de la pyridine, de l'acéto- et du cupronitrile; par M. *W. Louguinine*..... 366
— Sur la chaleur de formation de la chaux anhydre à partir des éléments; par M. *Henri Moissan*............... 384
— Nouvelles recherches sur les chaleurs de formation et de combustion de divers composés azotés et autres; par MM. *Berthelot* et *G. André*........ 959
— Chaleur d'oxydation du sodium; par M. *de Forcrand*................. 1449
TREMBLEMENTS DE TERRE. — Sur le tremblement de terre de Triphylie, du 22 janvier 1899; par M. *D. Eginitis*. 521
— Résultats des observations séismiques faites en Grèce de 1893 à 1898; par M. *D. Eginitis*.................. 1570
TUBERCULOSE. — Sur le traitement des tuberculomes (abcès tuberculeux) symptomatiques ou non d'une altération des os; par M. *Lannelongue*........ 151
— Sur le traumatisme et la tuberculose; par MM. *Lannelongue* et *Achard*... 1075
TUNGSTÈNE. — Sur le bisulfure de tungstène; par M. *Ed. Defacqz*....... 609
— Sur une nouvelle préparation et quelques nouvelles propriétés du pentabromure de tungstène; par M. *Ed. Defacqz*......................... 1232
— L'acide silicotungstique comme réactif des alcaloïdes; par M. *Gabriel Bertrand*........................ 742

U

URANIUM. — Sur un nouveau minerai d'urane, la *carnotite*; par MM. *C. Friedel* et *E. Cumenge*................ 532
— Note sur quelques propriétés du rayonnement de l'uranium et des corps radio-actifs; par M. *Henri Becquerel*. 771
URÉES. — Sur un mode de formation des urées; par M. *A. Jouve*........... 114
— Sur l'oxydation de quelques urées; par M. *OEchsner de Coninck*.......... 366
URINES. — Essai de cryoscopie des urines; par M. *Ch. Bouchard*............ 64
— Réclamation de priorité à propos de cette Communication; par M. *J. Winter*............................ 332
— Note de M. *Ch. Bouchard*, à propos de cette réclamation................. 488
— L'exploration clinique des fonctions rénales et la glycosurie phloridrique; par M. *Ch. Achard*.............. 322
— De la nature du sucre urinaire des diabétiques; par MM. *G. Patein* et *E. Dufau*............................ 375
— Nouvelle méthode d'examen quantitatif ou qualitatif des albuminoïdes, diastases, alcaloïdes, leucomaïnes ou toxines, notamment ceux des urines; par M. *Paul Chibret*............. 431
— Sur la toxicité urinaire chez les enfants et dans l'appendicite en particulier; par MM. *Lannelongue* et *Gaillard*........................... 1493

V

VINS. — Dosage du cuivre et du mercure dans les raisins, les vins, les lies et les marcs; par MM. *Léo Vignon* et *J. Perraud*...................... 613
— Recherche du mercure dans les produits des vignes traitées avec des bouillies mercurielles; par MM. *Léo Vignon* et *J. Perraud*..................... 830
— Remarques de M. *Berthelot* au sujet de la Communication précédente....... 832
— Sur les vins obtenus par le chauffage préalable de la vendange; par M. *A. Rosenstiehl*..................... 1050
VISION. — Variation de l'acuité visuelle avec l'azimut. Modification de la section droite des cônes par l'accommodation astigmatique; par M. *André Broca*.......................... 450
— Procédé pour la mesure rapide de la dimension de petits objets indépendamment de leur distance. Application à la pupillométrie et à la laryngométrie. Illusion due au sens musculaire dans l'appréciation de la gran-

Pages.
deur des objets; par M. *Th. Guilloz*. 1178
— M. *Ed. Spalinowski* adresse une Note relative à quelques « phobies » pathologiques.......................... 1258
VITICULTURE. — Ouverture d'un pli cacheté contenant une Note relative à un procédé antique contre les parasites de la vigne; par M. *G. Kormompay*.............................. 261
— MM. *M. et A. Campagne* adressent une Note relative à un traitement anticryptogamique et insecticide de la Vigne.......................... 657
— M. *E. Jimenez y Berruezo de Zapata* adresse une Note relative à un insecticide anti-phylloxérique............ 1082
— Sur les formes de conservation et de reproduction du black rot; par M *J. Perraud*......................... 1249
— Les arrosages tardifs de la vigne; par M. *A. Muntz*.................... 1489
VOL. — Sur le mécanisme du vol chez les Insectes; par M. *Charles Janet*..... 249
— M. *Chevrey* adresse un Mémoire relatif à un hélicoplane.................. 350
VOYAGES SCIENTIFIQUES. — Première campagne de la *Princesse-Alice II*; par S. A. le Prince *Albert I*er, de Monaco............................ 212

Z

ZOOLOGIE. — Sur le développement de la *Convoluta Roscoffensis* Graff; par M. *Jivoïn Georgévitch*................ 455
— Sur trois Orthonectides nouveaux parasites des Annélides, et l'hermaphrodisme de l'un d'eux (*Stœcharthrum Giardi* n. g.. n. sp.); par MM. *Maurice Caullery* et *Félix Mesnil*...... 457
— Sur l'embryogénie des Orthonectides, et en particulier du *Stœcharthrum Giardi*. Caull. et Mesn.; par MM. *Maurice Caullery* et *Félix Mesnil*.. 516
— De la mue chez les Insectes, considérée comme moyen de défense contre les parasites végétaux ou animaux. Rôles spéciaux de la mue trachéale et de la mue intestinale; par M. *Künckel d'Herculais*..................... 620
— Sporozoaires du tube digestif de l'Orvet; par M. *Louis Léger*........... 1128
— Des variations quantitatives du plankton dans le lac Léman; par M. *Émile Yung*.......................... 1128
— Quelques mots sur *l'Hœmenteria* (Clepsine) *costata* de Müller; par M. *A. Kowalevsky*...................... 1185
— Sur les variations et les groupements spécifiques des Péripates américains; par M. *E.-L. Bouvier*............. 1344
— Sur la formation de la perle fine chez la *Meleagrina margaritifera*; par M. *Léon Diguet*..................... 1589
— Régénération des membres chez les Mantides, et constance de la tétramétrie du tarse des membres régénérés après autotomie chez les Orthoptères pentamères; par M. *Edmond Bordage*........................... 1593
Voir aussi *Anatomie animale*, *Physiologie animale*, *Embryologie*, *Paléontologie*.

TABLE DES AUTEURS.

A

MM. Pages.

ABRAHAM (H.). — Sur la décomposition d'un courant à haut potentiel en une succession de décharges disruptives . 991
— Sur la stérilisation industrielle des eaux potables par l'ozone. (En commun avec M. *Marmier*.) 1034
ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE SAINT-PÉTERSBOURG (L') informe l'Académie qu'elle célébrera le 1/13 avril 1899, le cinquantième anniversaire de la fondation de l'observatoire physique central 801
ACHARD (Ch.). — L'exploration clinique des fonctions rénales et la glycosurie phloridzique 322
— Sur le traumatisme et la tuberculose. (En commun avec M. *Lannelongue*.) 1075
ADRIAN. — Sur l'anabsinthine, substance nouvelle retirée de l'absinthe. (En commun avec M. *A. Trillat*) 115
ALBERT Ier (S. A. le Prince de Monaco). — Première campagne de la *Princesse-Alice IIe* 212
ALLIS (Ed.-P.) adresse des remercîments à l'Académie 37
AMAGAT (E.-H.). — Essai sur une forme nouvelle de la fonction $f(pvt) = 0$, relative aux fluides 538
— Essai sur une forme nouvelle de la relation $f(pvt) = 0$; cas de l'état de saturation 649
ANDEER (J.-J.) adresse une nouvelle Note sur « Les ostioles dans les règnes animal et végétal, comme appareil régulateur » 59
ANDRADE. — Sur l'homographie de la théorie des poutres 917
ANDRÉ (Ch.). — Observation de l'éclipse totale de Lune du 27 décembre 1898, faite à l'observatoire de Lyon 37
ANDRÉ (G.). — Répartition du carbone dans les matières humiques 513
— Nouvelles recherches sur les chaleurs de formation et de combustion de divers composés azotés et autres. (En commun avec M. *Berthelot*.) 959
— Sur l'alcool furfurique 1035
APOSTOLI. — De l'action des courants de haute fréquence dans l'arthritisme 1610
APPELL (P.) est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du prix Francœur 77
— Et de la Commission du prix Poncelet. 77
— Et de la Commission du prix Bordin. 656
— Rapport sur un Mémoire de M. *Jean Mascart*, intitulé : « Constitution de l'anneau des petites planètes; probabilités des coïncidences » 1203
ARLOING (S.). — Influence de la voie d'introduction sur le développement des effets thérapeutiques du sérum antidiphtérique 1498
ARMAGNAT (H.). — Contribution à l'étude de l'interrupteur de Wehnelt 988
ARNAUDEAU (A.) adresse une Note relative à une pièce qu'il propose d'ajouter au peson pour en simplifier la graduation 1296
ARSONVAL (d'). — Le Centenaire de l'Académie Impériale militaire de Médecine de Saint-Pétersbourg 137
— La vie en milieu confiné 341

MM. Pages.
— Interrupteur électrolytique.......... 529
— Action de quelques gaz sur le caoutchouc.......................... 1545
— Est élu membre de la Commission du prix Montyon (Médecine et Chirurgie). 268
— Et de la Commission du prix Bréant.. 269
— Et de la Commission du prix Lallemand 349
— Et de la Commission du prix Montyon (Physiologie expérimentale)........ 397
— Et de la Commission du prix Philipeaux (Physiologie expérimentale)........ 397
— Et de la Commission du prix La Caze (Physiologie).................... 397
— Et de la Commission du prix Pourat.. 656
— Et de la Commission du prix Pourat pour 1901...................... 719
AUTONNE (Léon). — Sur les intégrales algébriques de l'équation de Riccati. 410

B

BACH (A.). — La formaldoxime, comme réactif pour déceler la présence de très petites quantités de cuivre..... 363
BAGARD (H.). — Sur les variations de résistance d'un conducteur électrolytique dans un champ magnétique... 91
BAILLAUD. — Observations faites à l'observatoire de Toulouse, pendant l'éclipse du 25 décembre 1898, par MM. *Baillaud, Bourget, Montangerand, Rossard, Besson*............ 38
BALASSUY (Basile de) adresse une Note relative à l'étincelle donnée par la bobine de Ruhmkorff................ 1194
BALLAND adresse une Note « Sur la composition et la valeur alimentaire des principaux légumes ».............. 700
BALTHAZARD. — Sur l'emploi du bioxyde de sodium dans l'étude de la fonction respiratoire. (En commun avec M. *Desgrez*.......................... 361
BARBIER (Ph.). — Synthèse du diméthylhepténol.................... 110
BARRAL (Et.). — Préparation des chlorocarbonates phénoliques. (En commun avec M. *Albert Morel*)....... 1578
BARRILLOT. — Dosage du cuivre et du mercure dans les raisins, les vins, les lies et les marcs. (En commun avec M. *Léo Vignon*.)................. 613
BARY (Paul). — Quelques conditions de fonctionnement de l'interrupteur électrolytique de M. *Wehnelt*.......... 925
BASSOT (le général) présente à l'Académie deux Volumes publiés par le Service géographique de l'Armée, sous le titre : « La Carte de France, 1750-1898; étude historique, par M. le colonel *Berthaut* »................ 801
BATTELLI (F.). — La mort par les courants électriques (courant alternatif). (En commun avec M. *J.-L. Prevost.*) 668
— La mort par les courants électriques (courant continu). (En commun avec M. *J.-L. Prevost.*)................ 839
BAUBIGNY (H.). — Méthode générale de séparation du chlore, du brome et de l'iode mélangés à l'état de sels d'argent.......................... 51
— Recherches sur la séparation de traces de brome existant dans les chlorures. 1160
— Séparation et dosage de traces de chlore en présence d'un très grand excès de bromure........................ 1326
— *Errata* se rapportant à cette Communication........................ 1426
BAUME-PLUVINEL (A. de la). — Observation du groupe des raies B du spectre solaire, faite au sommet du mont Blanc........................ 269
BEAUDEMOULIN adresse une Note intitulée : « Observations météorologiques; prédictions des saisons ».......... 450
BEAUVAIS (A.) adresse une Note relative à un « siège automatique contre le mal de mer »................ 749
BEAUVERIE. — Le *Botrytis cinerea* et la maladie de la Toile........ 846 et 1251
BECQUEREL (Henri). — Sur la dispersion anomale de la vapeur de sodium incandescente, et sur quelques conséquences de ce phénomène.......... 146
— Note sur quelques propriétés du rayonnement de l'uranium et des corps radio-actifs........................ 771
— Est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du prix La Caze (Physique).............. 77
— Et de la Commission du prix Gaston Planté........................ 543
BÉHAL (A.). — Sur les anhydrides mixtes de l'acide formique............... 1460

MM. Pages.

BÉNECH (Elophe). — Toxalbumine de la chair d'anguille de rivière ... 833
BERG (A.). — Iodates doubles de bioxyde de manganèse ... 673
BERNARD (Noël). — Sur la germination du *Neottia nidus-avis* ... 1253
BERTHELOT (Daniel). — Sur le coefficient de dilatation caractéristique de l'état gazeux parfait ... 498
— Sur la relation qui existe entre le poids moléculaire et la densité des fluides. 553
— Sur une relation simple donnant le poids moléculaire des liquides en fonction de leurs densités et de leurs constantes critiques ... 606
— Sur le mélange des gaz et la compressibilité des mélanges gazeux. (En commun avec M. *P. Sacerdote*) ... 820
— Sur l'augmentation de pression produite par le mélange de deux gaz et sur la compressibilité du mélange ... 1159
BERTHELOT (M.). — Sur le dosage du phosphore et du soufre dans les végétaux et dans leurs cendres ... 17
— Sur la présence et le dosage du chlore dans les plantes ... 23
— Sur la marche générale de la végétation : plante développée à l'ombre et au soleil. Regain ... 139
— Nouvelles recherches relatives à l'action de l'acide sulfurique sur l'acétylène ... 333
— Sur les cyanures doubles ... 630
— Actions de l'hydrogène sulfuré et des sulfures alcalins sur les cyanures doubles : cyanosulfures ... 766
— Sur l'aptitude explosive de l'acétylène mélangé à des gaz inertes. (En commun avec M. *Vieille*.) ... 777
— Remarques au sujet d'une Communication de MM. *Léo Vignon* et *J. Perraud* sur l'emploi des bouillies mercurielles dans le traitement des vignes ... 832
— Sur la synthèse de l'alcool ... 862
— Nouvelles recherches sur les chaleurs de formation et de combustion de divers composés azotés et autres. (En commun avec M. *G. André*) ... 959
— Remarques sur la formation de l'alcool et de l'acide carbonique et sur l'absorption de l'oxygène par les tissus des plantes ... 1366
— Présente à l'Académie un Ouvrage qu'il vient de publier sur la « Chaleur animale » ... 975
— Fait hommage à l'Académie de son Ouvrage intitulé : « Station de Chimie végétale de Meudon (1883-1899) : Chimie végétale et agricole » ... 1208
— Est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du prix La Caze (Physique) ... 77
— Et de la Commission du prix La Caze (Chimie) ... 157
— Et de la Commission du prix Wilde .. 157
— Et de la Commission du prix Trémont. 397
— Et de la Commission du prix Saintour. 543
— Et de la Commission du prix Jean Jacques Berger ... 543
— Et de la Commission du prix Gegner.. 582
— Et de la Commission du prix Cahours. 582
— M. le *Secrétaire perpétuel* signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance : un Mémoire de M. *André Markoff;* diverses publications de M. *Van der Mensbrugghe;* deux Volumes publiés par l'*Association française pour l'avancement des Sciences,* 77. — Divers Ouvrages de M. *J. Riban* et de MM. *Louis Duparc* et *Ludovic Marzec,* 215. — Le deuxième fascicule du « Recueil de données numériques : Optique, par M. *H. Dufet* », 350. — La sixième année (1898) de l'*Aérophile,* 583. — Les deux premiers numéros de « l'Enseignement mathématique », Revue nouvelle dirigée par MM. *Laisant* et *Fehr,* 719. — Trois Volumes publiés, en langue russe, par M. *Klinguen,* sous le titre : « Les Patriarches de l'Agriculture ».. 1210
BERTRAND (G.)—L'acide silico-tungstique comme réactif des alcaloïdes ... 742
BERTRAND (JOSEPH) présente, de la part de Mme *Ernest Laugier*, deux manuscrits contenant un portrait de Condorcet, écrit par Mlle de Lespinasse, et l'éloge de Fourier par Arago ... 1083
— Offre à l'Académie, au nom de Mme *Halphen,* les manuscrits laissés par *Edmond Halphen* ... 1210
— Présente à l'Académie le manuscrit du Rapport de *Poisson,* du 4 juillet 1831, sur le Mémoire de Galois relatif aux conditions de résolvabilité des équations par radicaux ... 1261
— Est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du prix Pon-

MM. Pages.

celet... 77
— Et de la Commission du prix La Caze (Physique)... 77
— Et de la Commission du prix Montyon (Statistique)... 77
— Et de la Commission du prix Trémont. 397
— Et de la Commission du prix Saintour. 543
— Et de la Commission du prix Jean Jacques Berger... 543
— Et de la Commission du prix Gegner.. 582
— M. le *Secrétaire perpétuel* signale un Ouvrage de M. *L. Henry*, « Sur les nitriles-alcools aliphatiques et leurs dérivés », 37. — Un Volume contenant les Études de M. *C.-M. Goulier* sur les nivellements de précision, publiées par M. *Ch. Lallemand*, 157. — Des « Tables décimales à neuf chiffres, pour la transformation des heures et des degrés en fractions décimales »; par M. *J. de Rey-Pailhade*, 269. — Un Ouvrage de M. *Tisserand* « Leçons sur la détermination des orbites », 657. — Un Volume de M. *Edmond Fournier*, « Stigmates dystrophiques de l'hérédosyphilis », 657. — Le Tome X (1897-1898) des « Annales de l'École nationale d'Agriculture de Montpellier », 1032. — « L'Histoire de la Faculté des Sciences de Bordeaux (1838-1894) », par M. *G. Rayet*, 1274. — Un Ouvrage de M. *Stanislas Meunier* intitulé : « La Géologie expérimentale », 1501. — Un Ouvrage de M. *Lejars* intitulé : « Chirurgie d'urgence »... 1550
— Informe l'Académie que *Sir George-Richards*, Correspondant de la Section de Géographie et Navigation, est décédé à Londres, le 14 novembre 1896. 381
— Donne lecture d'une dépêche annonçant la mort de M. *Sophus Lie*, Correspondant de la Section de Géométrie.... 524
— Annonce à l'Académie la mort de M. *G.-H. Wiedemann*, Correspondant de la Section de Physique..... 759
— Informe l'Académie que les fêtes d'inauguration du monument et de l'Institut Pasteur, à Lille, auront lieu le 9 avril 1899... 719
BERTRAND (Marcel) est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du prix Delesse... 157
— Et de la Commission du prix Fontanes. 157

MM. Pages.

— Et de la Commission du prix Tchihatchef... 582
BEUDON (Jules). — Sur le calcul des formules contenant des fonctions arbitraires... 1215
BIANCHI. — Action du bain turc sur les organes internes. (En commun avec M. *Félix Regnault*.)... 324
BIGOURDAN (G.). — Sur diverses circonstances qui modifient les images réfléchies par le bain de mercure, et sur la transmission à travers le sol des trépidations produites à la surface... 1147
BLAISE (E.-E.). — Sur les chlorures-éthers des acides bibasiques... 183
— Recherches sur l'acide $\alpha\alpha$-diméthylglutarique... 676
BLANCHARD (Émile) est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du prix Savigny... 215
— Et de la Commission du prix Petit d'Ormoy (Sciences naturelles)... 582
BLOCH (L.) adresse une réclamation de priorité, au sujet d'une lunette télémétrique, présentée à l'Académie par M. le colonel *Humbert*... 1194
BLONDEL (A.). — Sur les arcs à courants alternatifs dissymétriques entre métaux et charbons... 727
— Sur l'interrupteur électrolytique de Wenhelt... 877
— Sur l'équation du mouvement des automobiles... 1441
BLONDLOT (R.). — Production de forces électromotrices par le déplacement, dans le sein d'un liquide soumis à l'action magnétique, de masses de conductivités différentes... 901
— Force électromotrice produite dans une flamme par l'action magnétique..... 1497
BLUMENTHAL (F.). — Sur la formation du sucre de l'albumine de l'œuf..... 117
BLUTEL. — Sur les lignes de courbure de certaines surfaces... 289 et 721
BODIN (E.). — Sur la forme *Oospora* (*Streptothrix*) du *Microsporon* du cheval... 1466
BOLLEMONT (E.-Grégoire de). — Étude de quelques dérivés oxyméthyléniques des éthers cyanacétiques... 1338
BONJEAN (E.). — Analyse chimique de quelques roches volcaniques provenant de l'étoilement périphérique du

MM. Pages.
Mont-Dore...................... 1096
BONNIER (GASTON). — Caractères anatomiques et physiologiques des plantes rendues artificiellement alpines par l'alternance des températures extrêmes.......................... 1143
— Est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du prix Desmazières......................... 215
— Et de la Commission du prix Montagne. 215
— Et de la Commission du prix La Fons-Mélicocq......................... 215
— Et de la Commission du prix Thore... 215
— Et de la Commission du prix Gay pour 1901.......................... 718
BORDAGE (EDMOND). — Régénération des membres chez les Mantides et constance de la tétramérie du tarse des membres régénérés après autotomie chez les Orthoptères pentamères. 1594
BORDAS (L.). — Recherches sur les glandes anales des *Carabidæ*....... 248
— Considérations générales sur les glandes défensives des Coléoptères 1009
BORDIER (H.). — Actions électrolytiques observées dans le voisinage d'un tube de Crookes. (En commun avec M. *Salvador*.).......................... 1511
— De la part qui revient aux actions électrolytiques dans la production de l'érythème radiographique. (En commun avec M. *Salvador*.)........... 1612
BOREL (ARNOLD). — Sur la polarisation rotatoire magnétique du quartz..... 1095
BOREL (ÉMILE). — Sur le prolongement des fonctions analytiques........... 283
— Sur la croissance des fonctions définies par des équations différentielles..... 490
— Sur la nature arithmétique du nombre *e*. 596
— Sur le calcul des séries de Taylor à rayon de convergence nul.......... 1281
BORGMANN (J.-J.). — Sur un cas particulier des oscillations électriques, produites par une bobine de Ruhmkorff à circuit secondaire ouvert, et sur une méthode nouvelle pour mesurer des capacités électriques. (En commun avec M. *A.-A. Pétrovski*). 420
— Sur la capacité électrique des corps mauvais conducteurs. (En commun avec M. *A.-A. Petrovski*.)........ 1153
BORNET est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du prix Desmazières................. 215

MM. Pages.
— Et de la Commission du prix Montagne. 215
— Et de la Commission du prix La Fons-Melicocq 215
— Et de la Commission du prix Thore... 215
— Et de la Commission du prix Petit d'Ormoy (Sciences naturelles).......... 582
— Et de la Commission du grand prix des Sciences physiques................ 656
— Et de la Commission du prix Gay pour 1901 718
— Et de la Commission du grand prix des Sciences physiques pour 1901...... 800
— Et de la Commission du prix Bordin (Sciences physiques) pour 1901 800
— Notice sur M. *Charles Naudin*....... 753
BOUASSE (H.). — Sur les courbes de traction......................... 291
BOUCHARD (CH.). — Essai de cryoscopie des urines....................... 64
— Remarques à propos d'une réclamation de M. *Winter*, relative à la cryoscopie des urines.................... 488
— De l'angle d'inclinaison des côtes, étudié à l'aide de la radioscopie et de la radiographie, à l'état sain et à l'état morbide, en particulier dans la pleurésie sans épanchement. (En commun avec M. *H. Guilleminot*.) 1429
— Est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du prix Montyon (Médecine et Chirurgie)... 268
— Et de la Commission du prix Bréant.. 269
— Et de la Commission du prix Godard . 269
— Et de la Commission du prix Serres.. 269
— Et de la Commission du prix Barbier . 269
— Et de la Commission du prix Chaussier. 349
— Et de la Commission du prix Lallemand. 349
— Et de la Commission du prix du baron Larrey.......................... 349
— Et de la Commission du prix Bellion.. 349
— Et de la Commission du prix Mège... 349
— Et de la Commission du prix Montyon (Physiologie expérimentale)........ 397
— Et de la Commission du prix Philipeaux (Physiologie expérimentale)........ 397
— Et de la Commission du prix La Caze (Physiologie).................... 397
— Et de la Commission du prix Pourat.. 656
— Et de la Commission du prix Pourat pour 1901...................... 719
BOUDOUARD (O.). — Sur la décomposition de l'oxyde de carbone en présence de l'oxyde de fer............ 98
— Sur la décomposition de l'oxyde de car-

MM. Pages.

bone en présence des oxydes métalliques ... 307 et 822
— Sur la décomposition de l'acide carbonique en présence du charbon ... 824
— Sur la décomposition de l'oxyde de carbone en présence des oxydes métalliques ... 1522
— Sur la décomposition de l'acide carbonique en présence du charbon ... 1524
BOUDOUY (Th.). — Recherches sur la valeur physiologique des tubes pyloriques de quelques Téléostéens ... 745
BOUDRÉAUX (E.). — Sur l'obtention des fantômes électriques montrant les lignes de forces d'un champ électrique dans l'air ... 882
BOULE (Marcellin). — Sur des fossiles nouveaux de Madagascar ... 624
— Sur l'existence d'une faune d'animaux arctiques dans la Charente à l'époque quaternaire. (En commun avec M. *Gustave Chauvet.*) ... 1188
BOUQUET DE LA GRYE est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du prix extraordinaire de six mille francs ... 77
— Et de la Commission du prix Tchihatchef ... 582
BOURCET (P.). — Sur les combinaisons de la phénylhydrazine avec les iodures alcooliques. (En commun avec M. *P. Genvresse.*) ... 564
— Recherche et dosage calorimétrique de petites quantités d'iode dans les matières organiques ... 1120
BOURGEON (de) adresse des épreuves photographiques montrant que le verre isométrope arrête complètement les rayons Rœntgen ... 190
BOUSSINESQ. — De l'effet produit, sur le mouvement d'inclinaison d'une bicyclette en marche, par les déplacements latéraux que s'imprime le cavalier ... 766
— Calcul, dans une hypothèse simple, du déplacement latéral que doit s'imprimer le cavalier, sur une bicyclette en marche, pour porter le centre de gravité du système à une petite distance horizontale voulue de la base de la bicyclette ... 859
— Est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du prix Montyon (Mécanique) ... 77
— Et de la Commission du prix Fourneyron ... 656
BOUVIER (E.-L.). — Sur les variations et les groupements spécifiques des Péripates américains ... 1344
BRANLY (Édouard). — Sur l'absorption des ondes hertziennes par les corps non métalliques. (En commun avec M. *Gustave Le Bon.*) ... 879
— Radioconducteurs à billes métalliques ... 1089
BRÉAUDAT (L.). — Nouvelles recherches sur les fonctions diastasiques des plantes indigofères ... 1478
BRETEAU (P.). — Sur l'hématine du sang et ses variétés suivant les espèces animales. (En commun avec M. *P. Cazeneuve.*) ... 678
— Sur la solanine. (En commun avec M. *Cazeneuve.*) ... 887
BRILLOUIN (Marcel). — Théorie moléculaire du frottement des solides polis ... 354
BRIOT (A.). — Sur l'existence, dans le sang des animaux, d'une substance empêchant l'action de la présure sur le lait ... 1359
BROCA (André). — Décharge disruptive dans le vide. Formation des rayons anodiques ... 356
— Variation de l'acuité visuelle avec l'azimut. Modification de la section droite des cônes par l'accommodation astigmatique ... 450
BROCHET (André). — Action de l'aldéhyde formique sur le menthol et le bornéol ... 612
BROUARDEL est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du prix Montyon (Statistique) ... 77
— Et de la Commission du prix Montyon (Médecine et Chirurgie) ... 269
— Et de la Commission du prix Godard ... 269
— Et de la Commission du prix Mège ... 349
— Et de la Commission du prix Montyon (Arts insalubres) ... 397
BRUN (H. de) adresse un Mémoire manuscrit intitulé : « L'organisme sanitaire de l'Empire ottoman et la défense sanitaire de l'Europe contre la peste et le choléra » ... 36
BUISINE (A.). — Mode d'essai et composition des huiles d'acétone (En commun avec M. *P. Buisine.*) ... 561
— Sur les huiles d'acétone de la distillation sèche du pyrolignite de chaux, comme source de méthylpropylcé-

MM. Pages.
tones. (En commun avec M. *P. Buisine.*) ... 885
BUISINE (P.). — Mode d'essai et composition des huiles d'acétone. (En commun avec M. *A. Buisine.*) ... 561
— Sur les huiles d'acétone de la distillation sèche du pyrolignite de chaux, comme source de méthylpropylcétones. (En commun avec M. *A. Buisine.*) ... 885
BUREAU est présenté par la Section de Botanique pour la place laissée vacante par le décès de M. *Naudin* ... 1132
BUSSY (DE) est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du prix extraordinaire de six mille francs ... 77
— Et de la Commission du prix Plumey. 77

C

CAILLETET est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du prix La Caze (Physique) ... 77
CALLANDREAU. — Sur quelques particularités de la théorie des étoiles filantes. Possibilité de la répétition d'activité de certains points radiants. Existence des points radiants dits *stationnaires*. 577
— Observation de la planète EL (Coggia, 31 mars), faite à l'Observatoire de Paris, à l'équatorial de la tour de l'Est ($0^m,38$ d'ouverture) ... 853
— Est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du prix Lalande (Astronomie) ... 77
— Et de la Commission du prix Valz ... 77
CAMPAGNE (A.) adresse une Note relative à un traitement anticryptogamique et insecticide de la Vigne. (En commun avec M. *M. Campagne.*) ... 657
CAMPAGNE (M.) adresse une Note relative à un traitement anticryptogamique et insecticide de la Vigne. (En commun avec M. *A. Campagne.*) ... 657
CAMUS (L.). — A propos de l'action empêchante du sérum sanguin sur la présure. (En commun avec M. *Gley.*) .. 1416
— Action coagulante du liquide de la prostate externe du Hérisson sur le contenu des vésicules séminales. (En commun avec M. *Gley.*) ... 1417
CARALP. — Le carbonifère des Pyrénées centrales ... 1413
CARNOT (AD.). — Recherches sur l'état chimique des divers éléments contenus dans les produits sidérurgiques. Carbures doubles de fer et d'autres métaux. (En commun avec M. *Goutal.*) ... 207
CARPENTIER (J.). — Perfectionnements à l'interrupteur électrolytique de Wehnelt ... 987
CASPARI. — Épreuves des instruments destinés aux expériences sur la décimalisation des angles ... 1442
CAULLERY (MAURICE). — Sur trois Orthonectides nouveaux, parasites des Annélides, et l'hermaphrodisme de l'un d'eux (*Stœcharthrum Giardi* n. g., n. sp.) (En commun avec M. *Félix Mesnil.*) ... 457
— Sur l'embryogénie des Orthonectides, et en particulier du *Stœcharthrum Giardi,* Caull. et Mens. (En commun avec M. *Félix Mesnil.*) ... 516
CAUSSE (H.). — Triacétylmorphine et oxydation de la morphine ... 181
CAZENEUVE (P.). — Sur l'hématine du sang et ses variétés suivant les espèces animales. (En commun avec M. *P. Breteau*) ... 678
— Sur la solanine. (En commun avec M. *P. Breteau.*) ... 887
CHAFFANJON (J.) adresse ses remercîments à l'Académie pour le prix Tchihatchef qui lui a été décerné ... 867
CHANCEL (F.). — Remarques sur la préparation des oxyéthylamines ... 313
CHARON (ERNEST). — Sur le caractère électronégatif de certains radicaux organiques non saturés ... 736
CHARPENTIER (AUG.). — Oscillations nerveuses à la suite des excitations unipolaires; méthode pour la mesure de leur vitesse de propagation ... 1473
— Vitesse de propagation des oscillations nerveuses produites par les excitations unipolaires ... 1603
CHARRIN. — Modifications des toxines introduites dans le tube digestif. (En commun avec M. *Levaditi.*) ... 120
— Prédispositions morbides de la période

MM. Pages.

puerpérale. Hyperglycémie et déminéralisation 836
— Action du pancréas sur la toxine diphtérique. (En commun avec M. *Levaditi*.) 839
— Physiologie pathologique de la grossesse. (En commun avec M. *Guillemonat*.) 1180
— Nouvelles démonstrations des variations du fer sous l'influence de la grossesse 1614
CHATELAIN (E.-U.). — Sur une nouvelle pompe à mercure 1131
CHATIN est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du prix Desmazières 215
— Et de la Commission du prix Montagne. 215
— Et de la Commission du prix La Fons-Mélicocq 215
CHAUVEAU. — Sur le mécanisme des phénomènes thermiques liés à la mise en jeu de l'élasticité des corps solides inertes ou animés 388
— Chaleur libérée ou absorbée par la mise en jeu de l'élasticité du caoutchouc, dans les conditions qui peuvent être réalisées pour l'élasticité du muscle en contraction. Applications à l'énergétique musculaire 479
— Inscription électrique des mouvements valvulaires qui déterminent l'ouverture et l'occlusion des orifices du cœur 1025
— Effets de l'auto-excitation du cœur par l'extracourant du petit signal électromagnétique employé à l'inscription des mouvements des valvules cardiaques 1201
— Est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du prix Montyon (Médecine et Chirurgie) 268
— Et de la Commission du prix Montyon (Physiologie expérimentale) 397
— Et de la Commission du prix Philipeaux (Physiologie expérimentale) 397
— Et de la Commission du prix La Caze (Physiologie) 397
— Et de la Commission du prix Pourat .. 656
— Et de la Commission du prix Pourat pour 1901 719
CHAUVET (GUSTAVE). — Sur l'existence d'une faune d'animaux arctiques dans la Charente à l'époque quaternaire. (En commun avec M. *Marcellin Boule*.) 1188
CHESSIN. — Sur les théorèmes de Greene et de Cauchy 604
CHEVALIER (J.). — Sur un champignon parasite dans les affections cancéreuses 1293
— Sur un champignon parasite du cancer. 1480
CHEVREY adresse un Mémoire relatif à un hélicoplane 350
CHIBRET (PAUL). — Nouvelle méthode d'examen quantitatif ou qualitatif des albuminoïdes, diastases, alcaloïdes, leucomaïnes ou toxines, notamment ceux des urines 431
CLAUDE (GEORGES). — Sur l'explosibilité de l'acétylène aux basses températures. 303
COLIN (Le P.). — Observations astronomiques et magnétiques faites sur la côte occidentale de Madagascar 716
— Adresse ses remercîments à l'Académie, pour le prix Valz qui lui a été décerné. 719
COLLET (A.). — Sur quelques cétones aromatiques iodées 312
COLOMAN DE SZILY. — Sur la variation de la résistivité électrique des métaux et de leurs alliages due à la torsion.. 927
COLSON (ALBERT). — Déplacement du mercure par l'hydrogène 1104
— Sur le cuivre réduit à basse température 1458
COMITÉ DU CENTENAIRE DE SPALLANZANI (LE) informe l'Académie qu'il se propose de publier un Volume contenant les hommages des diverses Académies à la mémoire de l'illustre physiologiste 401
CONSIDÈRE. — Influence des armatures métalliques sur les propriétés des mortiers et bétons 30
COPPET (L.-C. DE). — Sur la température du maximum de densité des solutions aqueuses des chlorures alcalins 1559
CORNU (A.) est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du prix La Caze (Physique) 77
— Et de la Commission du prix Wilde .. 157
— Et de la Commission du prix Trémont. 397
— Et de la Commission du prix Gaston Planté 543
— Le Jubilé de Sir *G. Stokes* et le Centenaire de l'Institution Royale 1427
— *Errata* se rapportant à cette Communication 1538

MM. Pages.
CORNU (Maxime) est présenté par la Section de Botanique pour la place laissée vacante par le décès de M. *Naudin*.. 1132
COTTON (A.). — Biréfringence produite par le champ magnétique, liée au phénomène de Zeeman............... 294
COTTON (Émile). — Sur les formes de différentielles invariantes vis-à-vis de certains groupes................. 495
COULON (J.). — Sur les équations aux dérivées partielles du second ordre à caractéristiques réelles............ 1386
COURTADE (D.) adresse ses remercîments à l'Académie pour la distinction accordée à ses travaux................ 37
COURTY (F.). — Observation de la comète Swift (1899, *a*), faite au grand équatorial de l'observatoire de Bordeaux . 657
— Observations de l'éclipse partielle de Soleil du 7 juin 1899, faites à l'observatoire de Bordeaux............... 1502
CRELIER. — Sur le développement de certaines irrationnelles en fraction continue........................ 229
— Adresse une Note « Sur une nouvelle démonstration du développement de Legendre pour $\sqrt{A}$ »............. 701
CREMONA (L.), nommé Correspondant pour la Section de Géométrie, adresse ses remercîments à l'Académie...... 490
CROOKES (William). — Sur la source de l'énergie dans les corps radio-actifs. 176
CUMENGE (E.). — Sur un nouveau minerai d'urane, la *carnotite*. (En commun avec M. *C. Friedel*.)......... 532

D

DAGUILLON (Aug.). — Sur les feuilles primordiales des Cupressinées...... 256
DARBOUX (Gaston). — Notice sur M. *Sophus Lie*......................... 525
— Sur la déformation des surfaces du second degré.............. 760, 854
— Sur les transformations des surfaces à courbure totale constante.......... 953
— Sur les surfaces à courbure constante positive......................... 1018
— Sur la déformation des surfaces générales du second degré 1264
— Sur les surfaces isothermiques....... 1299
— *Errata* se rapportant à cette Communication......................... 1538
— Sur une classe de surfaces isothermiques liées à la déformation des surfaces du second degré.................... 1483
— Est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du prix Poncelet 77
— Et de la Commission du prix Gegner . 582
— Et de la Commission du prix Petit d'Ormoy (Sciences mathématiques) . 582
— Et de la Commission du prix Bordin (question proposée en 1898)....... 656
DASSONVILLE (Ch.). — Sur la position systématique des *Trichophyton* et des formes voisines dans la classification des Champignons. (En commun avec M. *Matruchot*.)................. 1411
DASTRE (A.). — Contribution à l'étude des chlorophylles animales. Chlorophylle du foie des Invertébrés. (En commun avec M. *N. Floresco*.)..... 398
DEBIERNE (A.). — Sur la racémisation du camphre...................... 1110
DECOMBE (L.). — Sur une méthode physique pouvant permettre de décider s'il y a, ou non, dispersion dans le vide 172
DECROCK (E.). — Sur la structure des faisceaux placentaires dans le genre *Primula*......................... 259
DEFACQZ (Ed.). — Sur le bisulfure de tungstène......................, 609
DEGAGNY (Ch.) adresse une Note « Sur les variations de longueur du fuseau chez le Lis martagon et la Fritillaire ». 135
DEHÉRAIN (P.-P.). — Le travail du sol.. 474
DELAURIER adresse un Mémoire « Sur la navigation aérienne sans ballons, par le moteur à vapeur universel »...... 801
DELEMAY adresse une Note relative à la théorie du siphon................. 1194
DELÉPINE (Marcel). — Constitution et propriétés chimiques de l'éthylidène-imine........................... 105
DEMOUSSY (E.). — Sur la transformation directe de l'ammoniaque en acide azotique dans les milieux liquides...... 566
DENIGÈS (G.). — Combinaisons obtenues avec les aldéhydes grasses et le sulfate mercurique.................. 429

MM. Pages.
— Sur une réaction très sensible de l'acide acétone-dicarbonique 680
DEPREZ (Marcel).— Sur l'hystérésimètre construit par MM. *Blondel* et *Carpentier* 61
— Est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du prix Plumey 77
DESGREZ. — Sur l'emploi du bioxyde de sodium dans l'étude de la fonction respiratoire. (En commun avec M. *Balthazard*.) 361
DESLANDRES (H.). — Photographies stellaires avec la grande lunette de l'observatoire de Meudon 1375
DEVAUX (Henry). — Accroissement tangentiel du péricycle 1058
— Asphyxie spontanée et production d'alcool dans les tissus profonds des tiges ligneuses poussant dans les conditions naturelles 1346
DÉVÉ (Ch.). — Sur un phakomètre à oscillations 1561
DEZAVELLE adresse une Note sur un appareil destiné à éviter les accidents produits par les chocs de locomotives. 1361
DICKSON (L.-E.). — Plusieurs groupes linéaires isomorphe au groupe simple d'ordre 25920 873
— Sur une généralisation du théorème de Fermat 1083
DIDIER (P.). — Sur l'attaque des silicates par le gaz sulfhydrique 1286
DIENERT. — Sur la fermentation du galactose .... 569 et 617
DIERCKX (Fr.). — Recherches sur les glandes défensives des Carabides *bombardiers* 622
— *Errata* se rapportant à cette Communication 703
— Sur la structure des glandes anales des Dytiscides et le prétendu rôle défensif de ces glandes 1126
DIGUET (Léon). — Sur la formation de la perle fine chez la *Meleagrina margaritifera* 1589
DITTE — Sur quelques propriétés de l'aluminium 195
— Sur les propriétés et les applications de l'aluminium 793
— Sur les applications de l'aluminium ... 971
— Est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du prix Jecker 157
— Est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du prix La Caze (Chimie) 157
DOUBLET. — Observations de l'éclipse partielle de Soleil du 7 juin 1899, faites à l'observatoire de Bordeaux .. 1502
DUBOIN (A.). — Sur la présence de l'iode dans les eaux minérales de Royat ... 1469
DUBOURG (E.). — De la fermentation des saccharides 440
DUCLAUX est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du prix La Caze (Physiologie) 397
DUCRETET (E.) adresse, pour l'un des concours de 1899, les Notices qu'il a publiées sur « La télégraphie hertzienne sans fil » 490
— Informe l'Académie qu'il vient de réaliser des expériences de télégraphie hertzienne sans fil dans Paris, à une distance de 7^{km} 891
— Adresse une Note relative à la construction des radioconducteurs à limaille et à billes d'acier 1296
— *Errata* se rapportant à cette Communication 1362
DUFAU (E.). — De la Nature du sucre urinaire des diabétiques. (En commun avec M. *G. Patein*.) 375
DUNAC (Florentin). — Contribution à l'étude du genre *Actinidia* (Dilléniacées) 1498
DUPARC (L.). — Sur les roches éruptives du Cap-Blanc (Algérie). (En commun avec M. *Ritter*.) 1356
DURAND (Augustin). — Sur un homologue inférieur de l'acide nitrique ... 1525
DUSSAUD. — Sur la transmission des sons par les rayons ultra-violets 171
— De l'amplification des sons dans les phonographes 552
DYBOWSKI. — Sur les conditions culturales en Tunisie 133

E

MM. Pages.

EBERHARDT. — Modifications dans l'écorce primaire chez les Dicotylédones..... 463
EGINITIS (D.). — Sur une ancienne pluie d'étoiles filantes.................. 401
— Sur le tremblement de terre en Triphylie, du 22 janvier 1899............. 521
— Sur deux anciennes averses de Biélides............................ 658
— Sur quelques anciennes pluies d'étoiles filantes.......................... 977
— Observations d'étoiles filantes faites à Athènes......................... 1431
— Résultats des observations séismiques faites en Grèce de 1893 à 1898..... 1570
ESCLANGON. — Observation de l'éclipse partielle de Soleil du 7 juin 1899, faites à l'observatoire de Bordeaux.. 1502

F

FABRY (Ch.). — Sur une source intense de lumière monochromatique. (En commun avec M. *A. Perot*.)........ 1156
— Sur l'alimentation des tubes de M. Michelson par diverses sources électriques. (En commun avec M. *Perot*.). 1221
— Sur la mesure, ou longueurs d'onde, des dimensions d'un cube de quartz de 4^cm de côté. (En commun avec MM. *J. Macé de Lépinay* et *A. Perot*.).... 1317
FABRY (Eugène). — Généralisation du prolongement analytique d'une fonction............................ 78
FAHRIG (Ernest) adresse une Note sur l'aluminium industriel et quelques-unes de ses propriétés............ 582
FARJENEL adresse un Mémoire relatif à un « Système de cylindres conjugués, pour moteurs fonctionnant sous l'action de fluides quelconques »....... 269
FAVREL (G.). — Action des chlorures bisdiazoïques de la benzidine, de l'orthotolidine et de l'orthodianisidine sur l'acétylacétone.............. 318
— Action des chlorures bisdiazoïques de la benzidine, de l'orthotolidine, de la dianisidine sur les malonates d'éthyle et de méthyle..................... 829
FAYE est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du prix Lalande (Astronomie)............ 77
— Et de la Commission du prix Valz.... 77
— Et de la Commission du prix Wilde... 157
— Note accompagnant la présentation du Tome I des « Annales de l'observatoire de Nice »........................ 265
FÉRAUD. — Observation de l'éclipse partielle de Soleil du 7 juin 1899, faites à l'observatoire de Bordeaux........ 1502
FÉRY (C.). — Sur le maximum de sensibilité des galvanomètres à cadre mobile............................ 663
— Nouvelle méthode galvanométrique... 1392
FICHTENHOLTZ (A.). — Sur un mode d'action du *Bacillus subtilis* dans les phénomènes de dénitrification...... 442
FILHOL est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du prix Savigny.................... 215
— Et de la Commission du grand prix des Sciences physiques............... 656
— Et de la Commission du prix Bordin (question proposée en 1899)....... 656
— Et de la Commission du prix Gay pour 1899.......................... 718
FLEURENT est présenté à M. le Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et Télégraphes, pour la chaire de Chimie industrielle vacante au Conservatoire de Arts et Métiers.... 76
FLORESCO (N.). — Contribution à l'étude des chlorophylles animales. Chlorophylle du foie des Invertébrés. (En commun avec M. *Dastre*.)..... 398
FORCRAND (de). — Chaleur d'oxydation du sodium....................... 1449
— Remarques sur les oxydes du sodium et sur la fonction chimique de l'eau comparée à celle de l'hydrogène sulfuré............................ 1519
FOUQUÉ (F.) est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du prix Wilde.................. 157
— Et de la Commission du prix Delesse . 157

MM. Pages.

— Et de la Commission du prix Fontanes ... 157
— Et de la Commission du prix Bordin (Sciences physiques) pour 1901 ... 800
FOURNIER (H.). — Sur l'acide diisoamylacétique ... 1288
FOURTAU (R.). — Sur la provenance des valves de Crustacés ostracodes fossiles, tombées à Oullins, près de Lyon, le 24 septembre 1898 ... 571
FOVEAU DE COURMELLES adresse une Note relative à la « Production électrolytique d'un nouvel alliage de platine » ... 1194 et 1361
FRANÇOIS (Maurice). — Action de l'eau sur l'iodomercurate d'ammoniaque et sur l'iodomercurate de potasse ... 1456
FREIRE (Domingos). — Les microbes des fleurs ... 1047
FRIEDEL est élu Membre de la Commission chargée de juger le concours du prix Jecker ... 157
— Et de la Commission du prix La Caze (Chimie) ... 157
— Et de la Commission du prix Cahours. 582
— Et de la Commission du grand prix des Sciences physiques (prix du budget) pour 1901 ... 800
— Sur un nouveau minerai d'urane, la *carnotite*. (En commun avec M. *E. Cumenge*.) ... 532
— Sa mort est annoncée à l'Académie ... 1017

G

GAILLARD. — Note sur la toxicité urinaire chez les enfants et dans l'appendicite en particulier. (En commun avec M. *Lannelongue*.) ... 1493
GALLARD (F.). — Sur l'absorption de l'iode par la peau et sa localisation dans certains organes ... 1117
GALLICE (G.). — Sur une nouvelle règle à calcul ... 163
GARRIGOU (F.). — Absence d'iode, sous forme libre ou de gaz iodés, dans l'atmosphère de la région toulousaine ... 884
— Essais préliminaires permettant de reconnaître dans les eaux minérales l'existence de métaux rares de divers groupes ... 1587
GAUDET (C.) adresse une Note « Sur l'action des charbons poreux et des mousses de platine » ... 1537
GAUDRY (Albert) est élu Membre de la Commission chargée de juger le concours du prix Fontanes ... 157
— Annonce à l'Académie la mort de M. *Marsh*, Correspondant de la Section de Minéralogie, et fait un court exposé de ses travaux ... 758
— Présente un Ouvrage de Mme *Prestwich*, intitulé : « Life and Letters of Sir Joseph Prestwich, written and edited by his wife » ... 1591
GAUTIER (Armand) présente à l'Académie la deuxième édition de son Ouvrage : « La Chimie de la cellule vivante » ... 73
— Dosage de l'oxyde de carbone ... 487
— *Errata* se rapportant à cette Communication ... 575 et 628
— L'iode existe-t-il dans l'air? ... 643
— Quantité maximum de chlorures contenus dans l'air de la mer ... 715
— L'iode dans l'eau de mer ... 1069
— *Erratum* se rapportant à cette Communication ... 1196
— Présente à l'Académie, en son nom et au nom de M. *J. Albahary*, un Volume intitulé : « Cent vingt exercices de Chimie pratique » ... 906
— Est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du prix Jecker ... 157
— Et de la Commission du prix La Caze (Chimie) ... 157
— Et de la Commission du prix Montyon (Arts insalubres) ... 397
— Et de la Commission du prix Cahours. 582
GAUTIER (Henri). — Sur les propriétés thermiques de la chaux préparée à différentes températures ... 939
— Sur le phosphure de magnésium ... 1167
GAUTIER (P.). — Construction d'un miroir plan de 2^m de diamètre par des procédés mécaniques ... 1373
GÉNEAU DE LAMARLIÈRE (L.). — Sur la production expérimentale de tiges et d'inflorescences fasciées ... 1601
GENTIL (V.) adresse une description et un dessin d'un aérostat dirigeable ... 490

MM. Pages.

GENVRESSE (P.). — Sur les combinaisons de la phénylhydrazine avec les iodures alcooliques. (En commun avec M. *P. Bourcet.*) 564

GEORGE (L.) adresse une Note relative à un « nouveau générateur à vapeur d'eau » 749

GEORGÉVITCH (JIVOIN). — Sur le développement de la *Convoluta Roscoffensis* Graff 455

GERNEZ (D.). — Recherches sur les vapeurs qu'émettent les deux variétés d'iodure mercurique 1516

GIRAUD (ÉTIENNE). — Nouvelles recherches au Puits de Padirac (Lot). (En commun avec M. *Armand Viré.*) 1190

GLEY (E.). — A propos de l'action empêchante du sérum sanguin sur la présure. (En commun avec M. *L. Camus.*) 1416

— Action coagulante du liquide de la prostate externe du Hérisson sur le contenu des vésicules séminales. (En commun avec M. *L. Camus.*) 1317

GNEZDA (JULIUS). — Sur des réactions nouvelles des bases indoliques et des corps albuminoïdes 1584

GOURSAT (E.). — Sur le prolongement analytique 591

GOUTAL. — Recherches sur l'état chimique des divers éléments contenus dans les produits sidérurgiques, carbures doubles de fer et d'autres métaux. (En commun avec M. *Ad. Carnot.*) 207

GRAMONT (A. DE). — Sur un spectroscope de laboratoire à dispersion et à échelle réglables 1564

GRANDIDIER (ALFRED) est élu membre de la Commission du prix Tchiatchef. 582

— Et de la Commission du prix Gay pour 1901 718

GRIFFON (ED.). — Relations entre l'intensité de la coloration verte des feuilles et l'assimilation chlorophyllienne 253

GRIMAUX est élu membre de la Commission du prix Jecker 157

— Et de la Commission du prix La Caze (Chimie) 159

GRUEY (L.-J.). — Observations de l'éclipse totale de Lune du 27 décembre 1898, faite à l'observatoire de Besançon 216

— Observations de la planète 1898 ED (Charlois) et de la comète Chase, faite à l'observatoire de Besançon par M. *P. Chofardet* 218

— Observations de la comète Swift (1899*a*), faites à l'observatoire de Besançon par M. *Chofardet* 720

GRUVEL (A.). — Contribution à l'étude d'éléments spéciaux de la cavité générale du Phymosome. (En commun avec M. *Kunstler.*) 519

— Sur certaines déformations particulières des hématies des Poissons. (En commun avec M. *Kunstler.*) 618

GRUZEWSKA (Mlle S.). — Cristallisation de l'albumine du sang 1535

GUERBET. — Action de l'alcool amylique de fermentation sur son dérivé sodé .. 511

— Action des alcools éthylique, isobutylique, isoamylique, sur leurs dérivés sodés 1002

GUIGNARD. — Est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du prix Desmazières 215

— Et de la Commission du prix Montagne 215

— Et de la Commission du prix La Fons-Mélicocq 215

— Et de la Commission du prix Thore .. 215

— Et de la Commission du prix Barbier. 269

— Sur la formation du pollen et la réduction chromatique dans le *Naias major* 202

— Sur les anthérozoïdes et la double copulation sexuelle chez les végétaux angiospermes 864

GUICHARD (C.). — Sur la déformation des quadriques de révolution 232

— Sur les réseaux conjugués dont les courbes d'un système sont des géodésiques 599

— Sur quelques applications de la loi de parallélisme des réseaux et des congruences 723

— Sur les réseaux cycliques qui contiennent un système de géodésiques 1308

— Sur les réseaux qui correspondent au cas où la suite de Laplace est limitée dans un sens 1149

GUIGNET (CH.-ER.). — Emploi de la chaux pour préparer les laines destinées à la teinture. (En commun avec M. *Em. David.*) 686

GUILLAUME (J.). — Observations du Soleil

MM. Pages.

faites à l'observatoire de Lyon pendant le troisième trimestre de 1898.. 158
— Observations du Soleil faites à l'observatoire de Lyon pendant le quatrième trimestre de 1898................ 802
GUILLEMINOT (H.). — De l'angle d'inclinaison des côtes, étudié à l'aide de la radioscopie et de la radiographie, à l'état sain et à l'état morbide, en particulier dans la pleurésie sans épanchement. (En commun avec M. *Bouchard*.)................... 1429
GUILLEMONAT. — Physiologie pathologique de la grossesse. (En commun avec M. *Charrin*.)................ 1180
GUILLET (A.). — Sur une forme simple de magnétomètre................ 48
GUILLOZ (TH.). — Traitement électrique de la goutte...................... 1112
— Procédé pour la mesure rapide de la dimension de petits objets indépendamment de leur distance. Application à la pupillométrie et à la laryngométrie. Illusion due au sens musculaire dans l'appréciation de la grandeur des objets.......................... 1178
GUNTZ. — Sur le sous-oxyde d'argent... 996
GUSTAVSON (G.). — Sur la pureté du triméthylène préparé par l'action de la poudre de zinc et de l'alcool sur le bromure de triméthylène.......... 437
GUTTON (C.). — Comparaison des vitesses de propagation des ondes électromagnétiques dans l'air et le long des fils..................... 1508
GUYON. — Est élu membre de la Commission du prix Montyon (Médecine et Chirurgie)...................... 269
— Et de la Commission du prix Bréhant. 269
— Et de la Commission du prix Godard.. 269
— Et de la Commission du prix Barbier.. 269
— Et de la Commission du prix Chaussier. 349
— Et de la Commission du prix du baron Larrey........................ 349
— Et de la Commission du prix Bellion.. 349
— Et de la Commission du prix Mège.... 349
— Et de la Commission du prix Pourat pour 1901...................... 718
GUYOU. — Est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du prix extraordinaire de six mille francs. 77
— Et de la Commission du prix Plumey.. 77
— Et de la Commission du prix Tchihatchef........................ 582
— Application, à titre d'essai, de la division décimale du cercle à la pratique de la navigation................... 1197
— *Errata* se rapportant à cette Communication........................ 1298

H

HAAN (P.) adresse une Note ayant pour titre : « Étude expérimentale de la biologie intime et comparée du protoplasma animal et végétal ». (En commun avec M. *Marcel Herubel*).. 1481
HALLÉ (L.) adresse une Note relative à une machine dynamo-électrique.... 1132
HALLER (A.). — Sur de nouvelles combinaisons du camphre avec les aldéhydes. 1270
— Sur les réfractions moléculaires, la dispersion moléculaire et le pouvoir rotatoire spécifique des combinaisons du camphre avec quelques aldéhydes aromatiques. (En commun avec M. *Muller*.)........................ 1370
HAMY (MAURICE). — Mesure interférentielle des diamètres des satellites de Jupiter et de Vesta, effectuée au grand équatorial coudé de l'Observatoire de Paris.......................... 583
— Sur la détermination de points de repère dans le spectre............... 1380
HATON DE LA GOUPILLIÈRE est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du prix Montyon (Statistique)..................... 77
HATT fait hommage à l'Académie d'un Volume intitulé : « Instructions nautiques sur les côtes de la Corse, par MM. *Ph. Hatt* et *F. Bouillet* »...... 544
— Rapport sur un Mémoire de M. *Partiot*, du 6 juin 1898 : « Choix d'une formule de célérité »............. 73
— Notice sur *Sir Georges-Henry Richards*........................ 381
— Sur l'interprétation d'un nombre restreint d'observations............. 893
HATZIDAKIS (N.-I.). — Trois formules très générales relatives aux courbes dans l'espace..................... 923

MM. Pages.

HAUSSER (J.). — Études sur la filtration. 112
— Études sur la filtration des liquides organiques. 242
HAUTEFEUILLE est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du prix La Caze (Chimie). 157
— Et de la Commission du concours du prix Delesse. 157
HÉBERT (A.). adresse des remercîments à l'Académie pour la distinction accordée à ses travaux. 78
HECKEL (Edouard). — Sur les graines de l'*Allanblackia floribunda* Oliv. et sur le beurre de *Bouandja* qu'elles contiennent. 460
— Sur quelques particularités anatomiques nouvelles dans les graines grasses (cotylédons et endosperme)*l*. 945
— Sur le parasitisme du *Ximenia americana*. 1352
HÉLIER (Henri). — Sur le pouvoir réducteur des tissus : toile et pancréas. 319
— Sur le pouvoir réducteur des tissus : le muscle. 687
— Sur le pouvoir réducteur des tissus : le sang. 1043
HELMERT (F.-R.), élu Correspondant, adresse ses remercîments à l'Académie. 657
HENRY (Charles). — Actinophotomètre fondé sur des relations entre l'éclat du sulfure de zinc phosphorescent et l'intensité ou la nature des sources excitatrices. 941
HERMITE est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du prix Francœur. 77
— Et de la Commission du prix Gegner. 582
— Et de la Commission du prix Petit d'Ormoy (Sciences mathématiques). 582
HÉRUBEL (Marcel) adresse une Note ayant pour titre : « Etude expérimentale de la biologie intime et comparée du protoplasma animal et végétal ». (En commun avec M. *P. Haan*). 1481
HILL (G.-W.) adresse des remercîments à l'Académie pour la distinction accordée à ses travaux. 78
HONORÉ adresse une Note relative à un projet d' « automobile de guerre ». 261
HOUDAS. — Contribution à l'étude du lierre; préparation de l'hédérine. 1463
HOUPIED (E.) adresse une Note relative à un appareil inflammateur des mélanges tonnants, applicable aux moteurs à cylindres uniques ou multiples. 470
HUGO DE VRIES. — Sur la culture des monstruosités. 125
HUGOUNENQ (L.). — Recherches sur la stabilité des éléments minéraux et particulièrement du fer chez le fœtus humain. 1054
— La composition minérale de l'enfant nouveau-né et la loi de Bunge. 1419
HUMBERT (G.). — Transformation de la lunette de Galilée en instrument stadimétrique. 819
HURMUZESCU. — Sur la transformation des rayons X par les différents corps. 422
HURWITZ (A.). — Sur un théorème de M. *Hadamard*. 350

I

IOTEYKO (Mlle I.). — Anesthésie générale et anesthésie locale du nerf moteur. (En commun avec Mlle *Stefanowska*). 1606
ISTRATI (C.). — Sur le suc réducteur et inversible des tiges de maïs. (En commun avec M. *G. Œttinger*.). 1040
— Sur le suc réducteur et inversible des tiges de maïs, après enlèvement de l'épi lors de sa formation. (En commun avec M. *G. Œttinger*.). 1115
— Sur la cérine et la friedeline. (En commun avec M. *A. Ostrogovich*. 1581

J

JACQUEMIN (Georges). — Nouvelles observations sur le développement de principes aromatiques par fermentation alcoolique en présence de certaines feuilles. 369
JANDRIER (Ed.). — Sur quelques réactions colorées des oxycelluloses. 1407
JANET (Charles). — Sur le mécanisme

MM. Pages.
du vol chez les insectes........... 249
JANSSEN est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du prix Lalande (Astronomie)............. 77
— Et de la Commission chargée de juger le concours du prix Valz.......... 77
— Remarques sur une Communication de M. *A. de la Baume-Pluvinel*, relative à des observations spectrales faites au sommet du mont Blanc.......... 272
— Remarques sur une Communication de M. *H. Deslandres*, relative aux photographies stellaires obtenues avec la grande lunette de l'observatoire de Meudon........................ 1378
JAUBERT (Joseph). — Sur un halo extraordinaire observé, à Paris, le 5 avril 1899...................... 948
JIMENEZ Y BERRUEZO DE ZAPATA (E.) adresse une Note relative à un insecticide antiphylloxérique............ 1082
JOANNIN (A.). — Lierre et hédérine. Étude physiologique et toxicologique...... 1476
JOANNIS (A.) est présenté pour la chaire de Chimie industrielle vacante au Conservatoire des Arts et Métiers.... 76
— Sur le dosage du phosphure d'hydrogène dans les mélanges gazeux...... 1322
JOB (André). — Dosage volumétrique du cérium. Applications.............. 101
— Sur la peroxydation du cérium dissous dans les carbonates alcalins........ 178
— Sur un carbonate double cristallisé de peroxyde de cérium............... 1098
JONQUIÈRES (de) est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du prix extraordinaire de 6000fr. 77
— Et de la Commission du prix Montyon (Statistique)...................... 77
JORDAN (Camille) est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du prix Saintour............ 543
— Et de la Commission du prix Petit d'Ormoy (Sciences mathématiques)..... 582
— Et de la Commission du prix Bordin (question proposée en 1898)........ 656
JOUVE (A.). — Sur un mode de formation des urées....................... 114
— Sur une synthèse de l'hydroxylamine. 435
JUMELLE (Henry). — Le *guidroa*, arbre à caoutchouc de Madagascar........ 1349

K

KERFORNE (F.). — Sur l'Ordovicien de la presqu'île de Crozon (Finistère)... 187
KILIAN. — Une coupe transversale des Alpes Briançonnaises, de la Gyronde à la frontière italienne. (En commun avec M. *Lugeon*.)................ 57
KLING (André). — Formation biochimique du propylglicol................... 244
KORDA (Désiré). — L'influence du magnétisme sur la conductibilité calorifique du fer..................... 418
— *Errata* se rapportant à cette Communication........................ 575
KOROMPAY (G.). — Ouverture d'un pli cacheté contenant une Note relative à un procédé antique contre les parasites de la vigne................. 261
KOWALEVSKY (A.). — Quelques mots sur *l'Hœmenteria* (Clepsine) *costata* de Müller........................ 1185
KUNCKEL D'HERCULAIS. — De la mue chez les insectes, considérée comme moyen de défense contre les parasites végétaux ou animaux. Rôles spéciaux de la mue trachéale et de la mue intestinale........................ 620
KUNSTLER (J.). — Contribution à l'étude d'éléments spéciaux de la cavité générale du Phymosome. (En commun avec M. *A. Gruvel*.)....... 519
— Sur certaines déformations particulières des hématies des Poissons. (En commun avec M. *A. Gruvel*.).......... 618

L

LABBÉ (Alphonse). — La formation de l'œuf dans les genres *Myriothela* et *Tubularia*...................... 1056
LACASSAGNE (A.). — Sur les causes et les variations de la rigidité cadavérique. (En commun avec M. *E. Martin*) 1124

MM. Pages.

LACAZE-DUTHIERS (DE) est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du prix Savigny 215
— Et de la Commission du prix Serres .. 269
— Et de la Commission du grand prix des Sciences physiques 656
— Et de la Commission du prix Bordin (question proposée en 1899) 656
— Et de la Commission du prix Gay pour 1901 718
LACROIX (A.). — Les roches volcaniques à leucite, de Trébizonde 128
— Sur les rhyolites à ægyrine et riebeckite du pays des Somalis 1353
— Sur un gîte de magnétite en relation avec le granite de Quérigut (Ariège). 1467
LAGRANGE (E.). — A propos de la gaine lumineuse électrolytique 1224
LAMOUROUX (F.). — Sur la solubilité dans l'eau des acides normaux de la série oxalique 998
— Sur la solubitilé dans l'eau des acides maloniques substitués. (En commun avec M. *G. Massol*.) 1000
LANNELONGUE. — Sur le traitement des tuberculomes (abcès tuberculeux) symptomatiques ou non d'une altération des os 151
— Sur le traumatisme et la tuberculose. (En commun avec M. *Achard*.) 1075
— Note sur la toxicité urinaire chez les enfants et dans l'appendicite en particulier. (En commun avec M. *Gaillard*.) 1493
— Est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du prix Montyon (Médecine et Chirurgie) ... 268
— Et de la Commission du prix Bréant .. 269
— Et de la Commission du prix Godard .. 269
— Et de la Commission du prix Barbier . 269
— Et de la Commission du prix Chaussier. 349
— Et de la Commission du prix du baron Larrey 349
— Et de la Commission du prix Bellion .. 349
LAPPARENT (DE) est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du prix Fontanes 157
— Fait hommage à l'Académie de la 3e édition de son « Cours de Minéralogie ». 544
— Rapport sur le projet de réfection de la Carte de France 1546
LAUSSEDAT (A.) est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du prix Montyon (Statistique). 77
— Sur de nouvelles et importantes applications faites au Canada de la méthode du lever des plans à l'aide de la Photographie 535
LEAU (L.). — Sur les fonctions définies par un développement de Taylor 804
LÉAUTÉ est élu Membre de la Commission chargée de juger le concours du prix Montyon (Mécanique) 77
— Et de la Commission chargée de juger le concours du prix Plumey 77
— Et de la Commission du prix Fourneyron 656
LEBEAU (P.). — Sur la préparation et les propriétés du l'arséniure de calcium. 95
— Sur un nouveau procédé de préparation du siliciure de fer SiFe 933
LEBESGUE (H.). — Sur quelques surfaces non réglées applicables sur le plan .. 1502
— Sur les fonctions de plusieurs variables 811
LE BON (GUSTAVE). — Sur la persistance de la luminescence invisible 174
— Sur la transparence des corps opaques pour les radiations lumineuses de grande longueur d'onde 297
— Sur l'absorption des ondes hertziennes par les corps non métalliques. (En commun avec M. *Edouard Branly*.). 879
LE CADET (G.). — Sur l'ascension du *Balaschoff* exécutée le 24 mars 1899 ... 1192
LE CHATELIER (H.). — Sur le mécanisme de la désagrégation des mortiers hydrauliques 661
— Sur l'emploi du chlorate de potasse dans les explosifs au nitrate d'ammoniaque 1394
— Sur la dilatation des alliages métalliques 1444
LECLERC DU SABLON. — Sur la dextrine considérée comme matière de réserve. 944
LE DANTEC (FÉLIX). — La loi sexuelle du plus petit coefficient 122
— Centrosome et fécondation 1341
LEDOUX-LEBARD (A.) adresse des remercîments à l'Académie, pour les distinctions accordées à ses travaux 157
LEDUC (A.). — Sur l'expérience de Lord Kelvin et Joule 88
— Sur le rapport des poids atomiques de l'oxygène et de l'hydrogène 1158
— Polymérisation des vapeurs anomales : peroxyde d'azote et acide acétique .. 1314
— Rayons émis par une pointe électrisée. 1448

MM. Pages.
LEFEBVRE (Pierre). — Points corrélatifs des points de Bravais.............. 930
— Points de Bravais et pôles........... 1320
LÉGER (E.). — Sur les aloïnes........ 1401
LÉGER (Louis). — Sporozoaires du tube digestif de l'Orvet............... 1128
LÉMERAY. — Sur le problème de l'itération......................... 278
— *Errata* se rapportant à cette Communication......................... 380
LEMOULT (P.) adresse ses remercîments à l'Académie pour la distinction accordée à ses travaux.............. 78
LEPÈRE (Fr.). — Ouverture d'un pli cacheté relatif à un produit capable de détruire les insectes qui attaquent les arbres fruitiers................ 379
LEPIERRE (Charles). — Action de la formaldéhyde sur les matières albuminoïdes. Transformations des peptones et albumoses en produits de régression albuminoïdes.......... .. 730
— Fluor dans quelques eaux minérales. Eaux fluorées.. 1289
LÉPINE (R.). — Sur l'infection typhique expérimentale chez le chien. (En commun avec M. *B. Lyonnet*.)......... 396
— De l'action favorisante exercée par le pancréas sur la fermentation alcoolique. (En commun avec M. *Martz*.). 904
LERCH. — Sur les séries de Dirichlet... 1310
LE ROY. — Sur les séries divergentes et les fonctions définies par un développement de Taylor................ 492
LEROY (A.). — Sur l'action d'une augmentation ou d'une diminution de pression sur l'interrupteur électrolytique. 925
LEROY (Émile). — La morphine et ses sels............................. 1107
LESER (Georges). — Dérivés de la méthylhepténone synthétique......... 108
— Sur le méthylocrénonal............ 371
— Sur un isomère de l'acide menthoxylique............................. 734
LEVADITI. — Modifications des toxines introduites dans le tube digestif. (En commun avec M. *Charrin*.)........ 120
— Action du pancréas sur la toxine diphtérique. (En commun avec M. *Charrin*.)........................... 839
LEVAVASSEUR. — Les groupes d'ordre p^2q^2, p étant un nombre premier plus grand que le nombre premier q.... 1152
LEVI-CIVITA. — Sur les integrales périodiques des équations linéaires aux dérivés partielles du premier ordre.... 978
LÉVY (Maurice) est élu Membre de la Commission chargée de juger le concours du prix Montyon (Mécanique). 77
— Et de la Commission du prix Trémont. 397
— Et de la Commission du prix Saintour. 543
— Et de la Commission du prix Jean-Jacques Berger................... 543
— Et de la Commission du prix Fourneyron............................ 656
— Est désigné pour la vérification des comptes de l'année 1898.......... 1203
LÉVY (Michel). — Séparation en deux groupes naturels des épanchements volcaniques du Mont-Dore; caractères chimiques distinctifs de leurs magmas et de celui qui a alimenté les éruptions de la chaîne des Puys......... 1078
— Est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du prix Delesse.......................... 157
— Et de la Commission du prix Fontanes. 157
LIAPOUNOFF (A.). — Sur une équation différentielle linéaire du second ordre. 910
— Sur une équation transcendante et les équations différentielles linéaires du second ordre à coefficients périodiques. 1085
LIE (Sophus). — Sa mort est annoncée à l'Académie......................... 524
LIÉNARD. — Au sujet d'une Note de M. *Pellat*, sur la polarisation des diélectriques......................... 1568
LIGONDÈS (du). — Sur la variation de la densité à l'intérieur de la Terre..... 160
LIPPMANN. — Sur la mesure absolue du temps, déduite des lois de l'attraction universelle....................... 1137
— Fait hommage à l'Académie des Leçons qu'il a professées, à la Sorbonne, sur les « Unités électriques absolues »... 1147
— Est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du prix La Caze......................... 77
— Et de la Commission du prix Gaston Planté........................... 543
LŒWY est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du prix Valz.......................... 77
— Et de la Commission du prix La Caze (Physique)...................... 77
— Présentation du huitième Volume des « Annales de l'observatoire de Bordeaux »........................ 348

MM. Pages.

— Note accompagnant la présentation du quatrième fascicule de l'Atlas photographique de la Lune. (En commun avec M. *Puiseux*.) ... 1536

LONDE (A.). — Sur un nouvel appareil destiné à l'orientation des radiographies et à la recherche des corps étrangers ... 817

LORTET est élu Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie, en remplacement de M. *Steenstrup* ... 543

— Adresse ses remercîments à l'Académie. 583

LOUGUININE (W.). — Étude de la chaleur latente de vaporisation de la pipéridine, de la pyridine, de l'acéto et du capronitrile ... 366

LOVETT (E.-O.). — Sur la correspondance entre les lignes droites et les sphères ... 83

LUBRANO. — Nouveaux éléments de l'orbite de la planète EL (Coggia, 31 mars 1899). (En commun avec M. *Maître*.). 1211

LUMIÈRE (AUGUSTE). — Sur les actions de la lumière aux très basses températures. (En commun avec M. *Louis Lumière*.) ... 359

— Influence des températures très basses sur la phosphorescence. (En commun avec M. *Louis Lumière*.) ... 549

LUMIÈRE (LOUIS). — Sur les actions de la lumière aux très basses températures. (En commun avec M. *Auguste Lumière*.) ... 359

— Influence des températures très basses sur la phosphorescence. (En commun avec M. *Auguste Lumière*). ... 549

LYONNET (B.) — Sur l'infection typhique expérimentale chez le chien. (En commun avec M. *R. Lépine* ... 396

M

MACÉ DE LÉPINAY (J.). — Sur la mesure en longueurs d'ondes des dimensions d'un cube de quartz de 4^{cm} de côté. (En commun avec MM. *Ch. Fabry* et *A. Perot*.) ... 1317

MAILLARD (A.). — Sur une fibrine cristallisée ... 373

MAILLET (EDMOND). — Sur les groupes de classe $N-u$ et de degré N au moins $u-1$ fois transitifs ... 277

— Sur les équations indéterminées à deux et trois variables qui n'ont qu'un nombre fini de solutions en nombres entiers ... 1384

MAITRE. — Nouveaux éléments de l'orbite de la planète EL (Coggia, 31 mars 1899) (En commun avec M. *Lubrano*.) ... 1211

MAQUENNE. — Est présenté par la Section d'Économie rurale pour la place laissée vacante par le décès de M. *Aimé Girard* ... 261

MARAGE. — La méthode graphique dans l'étude des voyelles ... 425

— Synthèse et vocables de certaines voyelles ... 689

MAREY est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du prix Montyon (Médecine et Chirurgie) ... 268

— Et de la Commission du prix Bréant... 269

— Et de la Commission du prix Serres.. 269

— Et de la Commission du prix Chaussier ... 349

— Et de la Commission du prix Lallemand ... 349

— Et de la Commission du prix du baron Larrey ... 349

— Et de la Commission du prix Bellion.. 349

— Et de la Commission du prix Mège.... 349

— Et de la Commission du prix Montyon (Physiologie expérimentale) ... 397

— Et de la Commission du prix Philipeaux (Physiologie expérimentale) ... 397

— Et de la Commission du prix La Caze (Physiologie) ... 397

— Et de la Commission du prix Jean-Jacques Berger ... 543

— Et de la Commission du prix Pourat. 656

— Et de la Commission du prix Pourat pour 1901 ... 718

MARIE (T.). — Sur un appareil de mesure simple et général pour la stéréoscopie : le stéréomètre. (En commun avec M. *H. Ribaut*.) ... 1008

MARINESCO (G.). — Lésions des centres nerveux dans l'épilepsie expérimentale d'origine absinthique ... 1241

MARMIER. — Sur la stérilisation industrielle des eaux potables par l'ozone.

MM. Pages.

(En commun avec M. *Abraham*.)... 1034

MARONNEAU (Georges). — Sur la préparation et les propriétés d'un sousphosphure de cuivre cristallisé...... 936

MARSH (O.-C.), nommé Correspondant, adresse ses remercîments à l'Académie.......................... 157

— Sa mort est annoncée à l'Académie... 758

MARTY (L.) adresse une série de Notes relatives à diverses questions de Mécanique céleste.................. 60

MARTZ. — De l'action favorisante exercée par le pancréas sur la fermentation alcoolique. (En commun avec M. *Lépine*.)........................ 904

MASCART (E.) est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du prix La Caze (Physique)......... 77

— Et de la Commission du prix Saintour. 543

— Et de la Commission du prix Gaston Planté.......................... 543

— Et de la Commission du prix Gegner.. 582

— Est désigné pour la vérification des comptes de l'année 1898........... 1203

— Notice sur M. *Wiedemann*.......... 759

MASCART (Jean). — Constitution de l'anneau des petites planètes.......... 35

— Rapport de M. *Appell* sur ce Mémoire. 1203

— Application du *criterium de Tisserand* aux petites planètes.............. 907

MATHIAS (E.). — Sur le calcul de la constante *a* des diamètres rectilignes... 1389

MATIGNON (Camille). — La variation d'entropie dans la dissociation de systèmes hétérogènes semblables....... 103

MATRUCHOT (L.). — Sur la position systématique des *Trichophyton* et des formes voisines dans la classification des Champignons. (En commun avec M. *Ch. Dassonville*.).............. 1411

MAZÉ. — L'assimilation des hydrates de carbone et l'élaboration de l'azote organique dans les végétaux supérieurs.. 185

— Signification physiologique de l'alcool dans le règne végétal.............. 1608

MENDELEFF est élu Correspondant pour la Section de Chimie, en remplacement de M. Kékulé................ 215

— Adresse ses remercîments à l'Académie. 350

MÉRAY. — Interprétation nouvelle de la condition requise pour qu'une intégrale double, prise sur une plaque de surface, ne dépende que du bord de celle-ci........................ 913

MM. Pages.

MESNIL (Félix). — Sur trois Orthonectides nouveaux, parasites des Annélides et l'hermaphrodisme de l'un d'eux. (*Stœcharthrum Giardi*, n. g., n. sp.).......................... 457

— Sur l'embryogénie des Orthonectides, et en particulier du *Stœcharthrum Giardi*, Caull. et Mesn. (En commun avec M. *Maurice Caullery*......... 516

METZNER. — Adresse ses remercîments à l'Académie pour la distinction accordée à ses travaux................ 37

MEUNIER. — Analyse de l'eau pour l'épuration chimique. (En commun avec M. *Léo Vignon*.)................ 683

MEUNIER (Stanislas). — Ancienne légende russe relative à une chute de pierres.......................... 747

— Sur l'origine de grains siliceux et de grains quartzeux contenus dans la craie blanche.................... 1013

— Chute de météorite récemment observée en Finlande.................. 1130

MEYER (A.) adresse une Note relative à une « théorie de la cycloïde ». 892

MILLER (G.-A.). — Sur les groupes d'opérations........................ 227

— *Errata* se rapportant à cette Communication........................ 628

MILNE-EDWARDS (Alph.) est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du prix Savigny......... 215

— Et de la Commission du prix La Caze (Physiologie).................... 397

— Et de la Commission du prix Petit-d'Ormoy (Sciences naturelles)...... 582

— Et de la Commission du prix Tchihatchef........................... 582

— Et de la Commission du grand prix des Sciences physiques............... 656

— Et de la Commission du prix Bordin (question proposée en 1899)........ 656

— Et de la Commission du prix Gay (pour 1899)........................... 718

— Et de la Commission du prix Gay (pour 1901)........................... 718

— Et de la Commission du grand prix des Sciences physiques pour 1901...... 800

— Et de la Commission du prix Bordin pour 1901......................... 800

MINET (Adolphe). — Sur les impuretés de l'aluminium.................. 1163

MINGUIN. — Figures de corrosion révélant la structure énantiomorphe des

MM. Pages.

benzylidène-camphres droit et gauche (loi de Pasteur) 1335

MINISTRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE ET DES BEAUX-ARTS (M. LE) transmet l'ampliation du Décret approuvant l'élection de M. *Roux* 333

— Adresse l'ampliation du Décret approuvant l'élection de M. *Prillieux* 1197

— Adresse une Lettre relative au projet de revision de la mesure de l'arc du méridien de Quito 1205

MIRINNY (L.) adresse un Mémoire « Sur la nature et le nombre des racines des nombres et des équations algébriques 37

— Adresse trois planches servant de complément à ce Mémoire 1537

— Adresse un Mémoire « Sur l'extension de la théorie des propriétés générales des équations algébriques » 573

MITTAG-LEFFLER (G.). — Sur la représentation d'une branche uniforme de fonction analytique 1212

MOISSAN (HENRI). — Préparation et propriétés d'un ammonium organique : le lithium-monométhylammonium 26

— Sur la chaleur de formation de la chaux anhydre à partir des éléments 384

— Préparation et propriétés du phosphure de calcium cristallisé 787

— Sur les applications de l'aluminium ... 895

— Préparation du fluor par électrolyse dans un appareil en cuivre 1543

— Est élu Membre de la Commission chargée de juger le concours du prix Jecker 157

— Et de la Commission du prix La Caze (Chimie) 157

— Et de la Commission du prix Wilde .. 157

— Et de la Commission du prix Montyon (Arts insalubres) 397

— Et de la Commission du prix Cahours .. 582

MOITESSIER (J.). — Combinaisons mixtes de la phénylhydrazine et d'une autre base organique avec les sels métalliques 1336

MOREAU (G.). — Sur la torsion permanente et le point de récalescence de l'acier 292

MOREL (ALBERT). — Sur un nouveau mode de préparation des éthers phosphoriques mixtes alcoyl-phénoliques. 507

— Préparation des chlorocarbonates phénoliques. (En commun avec M. *Et. Barral.*) 1578

MOREUX (TH.). — Mesures comparatives d'intensité chimique pendant l'éclipse de Lune du 27 décembre 1898 404

MOUNEYRAT (A.). — Action du protochlorure d'iode sur le monochlorobenzène en présence du chlorure d'aluminium anhydre 240

MOUREAUX (TH.). — Sur la valeur absolue des éléments magnétiques au 1er janvier 1899 94

MOURELO (J.-R.). — Sur le sulfure de strontium phosphorescent, préparé au moyen du carbonate de strontium et de la vapeur de soufre 427

— Sur la phosphorescence du sulfure de strontium 557

MOUREU (CHARLES). — Sur l'orthoxyphénoxyacétone 433

— Sur l'éthène-pyrocatéchine 559

— Sur la méthyléthène-pyrocatéchine ... 670

MULLER (P.-TH.). — Sur la loi de dilution des électrolytes 505

— Sur les réfractions moléculaires, la dispersion moléculaire et le pouvoir rotatoire spécifique des combinaisons du camphre avec quelques aldéhydes aromatiques. (En commun avec M. *Haller.*) 1370

MUNIER-CHALMAS. — Les assises supérieures du terrain jurassique dans le Bas-Boulonnais 1532

MUNTZ (A.). — Les arrosages tardifs de la Vigne 1489

N

NAUDIN. — Sa mort est annoncée à l'Académie 705

NEGREANO (D.). — Sur les éléments magnétiques en Roumanie au 1er janvier 1895 813

— Une question de priorité relativement à la relation entre la constante diélectrique et la densité 814

— Méthode rapide pour la détermination de la chaleur spécifique des liquides. 875

O

MM. Pages.

ŒCHSNER DE CONINCK. — Action des oxydants sur quelques composés aromatiques. (En commun avec M. *A. Combe*.) 239
— Sur l'oxydation de quelques urées 365
— Action des oxydants sur quelques amides 503
— Oxydation d'amines secondaires et tertiaires 682
ŒTTINGER (G.). — Sur le sucre réducteur et inversible des tiges de maïs. (En commun avec M. *Istrati*.) 1040
— Sur le sucre réducteur et inversible des tiges de maïs, après enlèvement de l'épi lors de sa formation. (En commun avec M. *Istrati*.) 1115
OLLIER. — Nouveaux faits relatifs à la résection sous-périostée du coude. Autopsie d'un coude réséqué totalement depuis vingt-huit ans et reconstitué en une néarthrose solide et énergiquement mobile, ayant tous les caractères d'un ginglyme parfait 344
OSMOND (F.). — Sur les alliages de fer et de nickel 304
— De l'effet des basses températures sur certains aciers 1395
— Sur les aciers à aimants 1513
OSTROGOVICH (A.). — Sur la cérine et la friedéline. (En commun avec M. *C. Istrati* 1581

P

PAGEL. — Sur un nouveau procédé de dosage de l'oxyde de carbone. (En commun avec M. *Schlagdenhauffen*.) 309
— Sur la flamme de l'hydrogène. (En commun avec M. *Schlagdenhauffen*.) 1170
PAINLEVÉ (Paul). — Sur le développement d'une branche uniforme de fonction analytique 1277
— Sur le calcul des intégrales des équations différentielles par la méthode de Cauchy-Lipchitz 1505
PALOUX soumet au jugement de l'Académie « un projet de nacelle close, adaptable aux ballons-sondes » 1550
PALLADINE (W.). — Influence de la lumière sur la formation des substances azotées vivantes dans les tissus des végétaux 377
— Modification de la respiration des végétaux à la suite des alternances de température 1410
PALLAS soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé : « Surpression dans les mines à grisou » 349
PARMENTIER (F.). — Sur le fluor supposé contenu dans certaines eaux minérales. 1100
— Contribution à l'étude des eaux minérales. Sur la source Croizat, près du Mont-Dore 1408
— Sur les eaux minérales fluorées 1409
PATEIN (G.). — De la nature du sucre urinaire des diabétiques. (En commun avec M. *E. Dufau*.) 375
PAUTEL (J.) adresse des remercîments à l'Académie pour la distinction accordée à ses travaux 37
PÉCHARD (E.). — Sur le pouvoir oxydant des periodates alcalins 1101
— Action de l'iode sur les alcalis 1453
PÉLABON (H.). — Sur la dissociation de l'oxyde de mercure 825
PELLAT (H.). — Perte d'électricité par évaporation de l'eau électrisée. Application à l'électricité atmosphérique .. 169
— De l'augmentation de l'intensité moyenne du courant par l'introduction du primaire de la bobine, dans le cas de l'interrupteur électrolytique de Wenhelt 732
— Sur l'interrupteur de Wenhelt 815
— Défaut de généralité de la théorie de la polarisation fictive des diélectriques. 1218
— Sur la polarisation vraie des diélectriques placés dans un champ électrique 1312
PELLET (A.). — Sur l'équation normale des surfaces 233
— Sur les systèmes orthogonaux 284
PÉPIN (le P.). — Nouvelle formule relative aux résidus quadratiques 1553

MM. Pages.

PERCHOT (J.). — Détermination absolue des directions à 45° de l'horizon. Application à la mesure des latitudes. (En commun avec M. *W. Ebert*.)... 586

PEROT (A.). — Sur l'expression de l'énergie d'un circuit et la loi de l'électro-aimant........ 235

— Sur une source intense de lumière monochromatique. (En commun avec M. *Ch. Fabry*.).................... 1156

— Sur l'alimentation des tubes de M. Michelson par diverses sources électriques. (En commun avec M. *Ch. Fabry*.)........................ 1221

— Sur la mesure, en longueurs d'onde, des dimensions d'un cube de quartz de 4^{cm} de côté. (En commun avec MM. *Ch. Fabry* et *J. Macé de Lépinay*.).... 1317

PERRAUD (J.). — Recherche du mercure dans les produits des vignes traitées avec des produits mercuriels. (En commun avec M. *Léo Vignon*.)..... 830

— Sur les formes de conservation et de reproduction du black rot.......... 1249

PERRIER (Edmond) est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du prix Thore........... 215

— Et de la Commission du prix Savigny. 215

— Et de la Commission du prix Serres.. 269

— Et de la Commission du prix Petit d'Ormoy (Sciences naturelles).......... 582

— Et de la Commission du grand prix des Sciences physiques............... 656

— Et de la Commission du prix Bordin.. 656

— Et de la Commission du prix Gay.... 718

— Et de la Commission du grand prix des Sciences physiques pour 1901...... 800

— Et de la Commission du prix Bordin (Sciences physiques) pour 1901..... 800

PETIT (P.). — Sur les dextrines de saccharification.................... 1176

PETOT (A.). — Sur le calcul de l'effort maximum disponible à la barre d'attelage d'un tracteur.............. 1283

— Sur l'équation du mouvement des automobiles....................... 1556

PETROVITCH (Michel). — Extension du théorème de la moyenne aux équations différentielles du premier ordre. 981

PETROWSKY (A.-A.). — Sur un cas particulier des oscillations électriques, produites par une bobine de Ruhmkorff à circuit secondaire ouvert, et sur une méthode nouvelle pour mesurer des capacités électriques. (En commun avec M. *J.-J. Borgmann*.)......... 420

— Sur la capacité électrique des corps mauvais conducteurs. (En commun avec M. *J.-J. Borgmann*.)......... 1153

PFEIFFER adresse un travail « Sur la division décimale de la circonférence et du temps »...................... 523

PHRAGMEN (E.). — Sur une extension d'un théorème de M. Mittag-Leffler.. 1434

PICARD (Émile). — Sur le prolongement des fonctions...................... 193

— Sur les développements en série des intégrales des équations différentielles par la méthode de Cauchy......... 1363

— Sur la détermination des intégrales des équations aux dérivées partielles du second ordre par leurs valeurs sur un contour fermé..................... 1487

— Est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du prix Francœur......................... 77

— Et de la Commission du prix Petit d'Ormoy (Sciences mathématiques)..... 582

— Et de la Commission du prix Bordin. 656

PICHARD (P.). — Contribution à la recherche des formes et des conditions sous lesquelles le chlore du sol pénètre ordinairement dans les végétaux terrestres.......................... 615

PINCHERLE (S.). — Sur les séries de puissances toujours divergentes..... 407

POEHL (Alexandre). — Du rapport entre les oxydations intraorganiques et la production d'énergie cinétique dans l'organisme....................... 1046

POINCARÉ (A.). — Mouvements barométriques sur l'orthogonal du méridien de la Lune...................... 328

— *Errata* se rapportant à cette Communication.......................... 380

— Moyennes des hauteurs barométriques, en Soleil austral, aux différents points du demi-méridien boréal du Soleil. Écarts dus aux révolutions synodique et tropique de la Lune............. 1060

POINCARÉ (Henri) est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du prix Francœur........ 77

— Et de la Commision du prix Poncelet. 77

— Et de la Commission du prix Petit d'Ormoy (Sciences mathématiques)...... 582

— Et de la Commission du prix Bordin. 656

— Le phénomène de Hall et la théorie de

MM. Pages.

Lorentz.......................... 339
— Sur les nombres de Betti........... 629
— Sur les groupes continus........... 1065
POISSON (GEORGES). — Sur la voûte élastique........................... 413
— Sur la propagation des ondes liquides dans les cours d'eau............... 42
POLOUMORDWINOFF. — Recherches sur les terminaisons nerveuses sensitives dans les muscles striés volontaires... 845
POMPILIAN adresse ses remercîments à l'Académie pour la distinction accordée à ses travaux.................. 490
PONSOT (A.). — Mesure directe de la pression osmotique de solutions très étendues de chlorure de sodium.... 1447
PORTER (E.) adresse un Mémoire « Sur la résolution de l'équation générale du cinquième degré »................ 1296
POTAIN est élu membre de la Commission du prix Montyon (Médecine et Chirurgie).......................... 268
— Et de la Commission du prix Bréant.. 269
— Et de la Commission du prix Godard.. 269
— Et de la Commission du prix Potain.. 269
— Et de la Commission du prix Lallemand. 349
— Et de la Commission du prix du baron Larrey........................... 349
— Et de la Commission du prix Bellion.. 349

MM. Pages.

— Et de la Commission du prix Mège... 349
— Et de la Commission du prix La Caze (Physiologie)..................... 397
POTIER est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du prix La Caze (Physique)............... 77
PREVOST (J.-L.). — La mort par les courants électriques (courant alternatif). (En commun avec M. *F. Battelli*.).. 668
— La mort par les courants électriques (courant continu). (En commun avec M. *F. Battelli*.).................. 842
PRICHOT (E.) adresse une Note relative à la constitution du grain de blé, et à un procédé de traitement des farines. 1064
PRILLIEUX est présenté par la Section de Botanique pour la place laissée vacante par le décès de M. *Naudin*......... 1132
— Est élu Membre de la Section de Botanique, en remplacement de M. *Naudin*........................... 1146
PUISEUX (P.). — Note accompagnant la présentation du quatrième fascicule de l'Atlas photographique de la Lune. (En commun avec M. *Lœwy*.)...... 1539
PUSCARIU (E.). — Sur l'agent pathogène de la rage......................... 691
— Rectification relative à la Communication précédente................. 1043

Q

QUESNEVILLE (G.) adresse une Note relative à l'existence de deux phénomènes de diffraction, du même ordre de grandeur dans les réseaux....... 1194

R

RABAUD (ÉTIENNE). — De l'influence de la congélation sur le développement de l'œuf de poule................ 1183
RABOURDIN (L.). — Sur des photographies de nébuleuses et d'amas d'étoiles, obtenues à l'observatoire de Meudon... 219
RADAIS. — Le parasitisme des levures, dans ses rapports avec la brûlure du Sorgho.......................... 445
RAFFY (L.). — Surfaces doublement cylindrées et surfaces isothermiques..... 285
RAMBAUD. — Observations de la comète Swift (1899, *a*), faites à l'observatoire d'Alger..................... 871
— Observations de la nouvelle planète Coggia (EL), faites à l'observatoire d'Alger.......................... 1033
RANVIER (L.). — Histologie de la peau. Définition et nomenclature des couches chez l'homme et les mammifères.... 67
— Histologie de la peau. Sur quelques réactions histochimiques de l'éléidine. 201
— Est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du prix Montyon (Médecine et Chirurgie)....... 268
— Et de la Commission du prix Serres. . 269
— Et de la Commission du prix Chaussier. 349
— Et de la Commission du prix Lallemand.......................... 349
— Et de la Commission du prix Montyon

MM. Pages.
(Physiologie expérimentale)........ 397
— Et de la Commission du prix Philipeaux (Physiologie expérimentale)....... 397
— Et de la Commission du prix La Caze (Physiologie).................. 397
— Et de la Commission du prix Bordin. 656
— Et de la Commission du prix Pourat... 656
RAY LANKESTER est élu Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie, en remplacement de M. *Lovén*. 543
— Adresse ses remercîments à l'Académie.............................. 719
RAYET (G.). — Observation de l'éclipse de Lune du 27-28 décembre 1898, faite à l'observatoire de Bordeaux par MM. *G. Rayet*, *E. Doublet* et *F. Courty*......................... 71
— Observations de la comète Swift (1889, *a*) faites au grand équatorial de l'observatoire de Bordeaux, par MM. *G. Rayet* et *F. Courty*.............. 799
REGNAULT (Félix). — Action du bain turc sur les organes internes. (En commun avec M. *Bianchi*.)......... 324
RENAULT (Albert). — Sur la réduction du phosphate de chaux par le charbon dans l'arc électrique.............. 883
RENAULT (Bernard) est présenté par la Section de Botanique pour la place laissée vacante par le décès de M. *Naudin*. 1132
REPELIN (J.). — Sur le Trias des environs de Rougiers (Var) et sur l'existence, dans cette région, de phénomènes analogues aux pépérites d'Auvergne.................... 1012
RIBAN (J.). — Sur le dosage de l'hydrogène phosphoré dans les mélanges gazeux.......................... 1452
RIBAUCOURT (Édouard de). — Sur les glandes de Morren des Lombricides d'Europe......................... 1528
RIBAUT (H.). — Sur un appareil de mesure simple et général pour la stéréoscopie : le stéréomètre. (En commun avec M. *T. Marie*.)......... 1008

MM. Pages.
RIBIÈRE. — Sur la flexion des cylindres à base circulaire.................... 86
RICHARDS (Sir George-Henry). — Sa mort est annoncée à l'Académie..... 381
RIGHI (Auguste). — Sur l'absorption de la lumière par un corps placé dans un champ magnétique................ 45
RISSLER est présenté par la Section d'Économie rurale pour la place laissée vacante par le décès de M. *Aimé Girard*. 261
RITTER (E.). — Sur les roches éruptives du Cap-Blanc (Algérie). (En commun avec M. *L. Duparc*.).............. 1356
RIVE (L. de la). — Sur la propagation d'un allongement graduel dans un fil élastique........................ 415
ROSENSTIEHL (A.). — Sur les vins obtenus par le chauffage préalable de la vendange........................ 1050
ROSSARD (F.). — Observations des comètes Brooks (oct. 1898) et Chase, faites à l'observatoire de Toulouse.. 41
— Observations de la comète Swift (1899, *a*), faites à l'observatoire de Toulouse... 872
— Observations de la planète EL Coggia, faites à l'observatoire de Toulouse .. 979
ROUCHÉ est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du prix Montyon (Statistique)............ 77
ROULLIÈS. — Contenu d'un pli cacheté relatif à la « Stéréoscopie des rayons X »..................... 190
ROUX est présenté par la Section d'Économie rurale pour la place laissée vacante par le décès de M. *Aimé Girard*.... 261
— Est élu Membre de la Section d'Économie rurale, en remplacement de M. *Aimé Girard*.................. 268
ROUX (Gabriel). — Sur une oxydase productrice de pigment, sécrétée par le colibacille........................ 693
RUBÉNOVITCH (E.). — Action du phosphure d'hydrogène sur le cuivre, l'oxydule de cuivre et les solutions ammoniacales des sels de cuivre.......... 1398

S

SABATIER (Paul). — Hydrogénation de l'acétylène en présence du nickel. (En commun avec M. *J.-B. Senderens*.).. 173
SACERDOTE (Paul). — Sur le mélange des gaz et la compressibilité des mélanges gazeux. (En commun avec M. *Daniel Berthelot*.)...................... 820
SAGNAC (G.). — Émission de différents rayons inégalement absorbables dans la transformation des rayons X par un

MM. Pages.
même corps... 300
— *Errata* se rapportant à cette Communication... 380
— Sur la transformation des rayons X par les différents corps... 546
SALTYKOW (N.). — Sur les intégrales complètes des équations aux dérivées partielles... 166
— Généralisation de la première méthode de *Jacobi* sur l'intégration d'une équation aux dérivées partielles... 225
— Sur la généralisation de la première méthode de *Jacobi*... 274
— Considérations sur les travaux de MM. *S. Lie* et *A. Mayer*... 1550
SALVADOR. — Actions électrolytiques observées dans le voisinage d'un tube de Crookes. (En commun avec M. *H. Bordier*... 1511
— De la part qui revient aux actions électrolytiques dans la production de l'érythème radiographique. (En commun avec M. *Bordier*.)... 1612
SARRAU est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du prix Poncelet... 77
— Et de la Commission du prix extraordinaire de six mille francs... 77
— Et de la Commission du prix Montyon (Mécanique)... 77
— Et de la Commission du prix Plumey. 77
— Et de la Commission du prix Trémont. 397
— Et de la Commission du prix Fourneyron... 656
SAUVAGEAU (C.). — Sur les Algues qui croissent sur les Araignées de mer, dans le golfe de Gascogne... 696
SCHLAGDENHAUFFEN. — Sur un nouveau procédé de dosage de l'oxyde de carbone. (En commun avec M. *Pagel*.)... 307
— Sur la flamme de l'hydrogène. (En commun avec M. *Pagel*)... 1170
SCHLŒSING est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du prix La Caze (Chimie)... 157
— Et de la Commission du prix Montyon (Arts insalubres)... 397
SCHLŒSING *fils* est présenté par la Section d'Économie rurale pour la place laissée vacante par le décès de M. *Aimé Girard*... 261
— Action des liqueurs acides très étendues sur les phosphates du sol... 1004

MM. Pages.
SCHOTT (Ch.). — Adresse des remercîments à l'Académie pour la distinction accordée à ses travaux... 37
SÉBERT est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du prix Montyon (Mécanique)... 77
— Et de la Commission du prix Fourneyron... 656
SENDERENS (J.-B.). — Hydrogénation de l'acétylène en présence du nickel. (En commun avec M. *Sabatier*.)... 1173
SERVANT. — Sur les points singuliers d'une fonction définie par une série de *Taylor*... 80
— Adresse des remercîments à l'Académie pour la distinction accordée à ses travaux... 157
SEURAT (L.-G.). — Sur la formation de la tête des Hyménoptères, au moment de leur passage à l'état de nymphe.. 55
SIBILLOT (Ch.) adresse une Note relative aux « ballons en aluminium »... 1082
SOULIER (Albert). — Sur l'embryogénie de *Protula Meilhaci*... 1591
SPALINOWSKI (Ed.) adresse une Note relative à quelques « phobies » pathologiques... 1258
STAECKEL (Paul). — Sur quelques propriétés arithmétiques des fonctions analytiques... 725 et 805
STEFANOWSKA (Mlle). — Anesthésie générale et anesthésie locale du nerf moteur. (En commun avec Mlle *I. Ioteyko*.)... 1606
STEKLOFF. — Sur le développement d'une fonction donnée suivant les fonctions harmoniques... 279
— Sur les problèmes fondamentaux de la Physique mathématique... 588
— Sur l'existence des fonctions fondamentales... 808
— Sur la théorie des fonctions fondamentales... 984
STEPHAN (E.) Observations de la planète EL 1899, découverte par M. Coggia, à Marseille, le 31 mars 1899 (Observateur : M. *Coggia*)... 854
— Nouvelles observations de la planète EL (Coggia, 31 mars 1899), faites à l'observatoire de Marseille (Observateur : M. *Coggia*)... 1031
STEPHAN (P.). — Sur des éléments à bâtonnet dans l'organisme d'un Vertébré... 246

MM. Pages.

STEPHANOS (Cyparissos). — Sur une extension du calcul des substitutions linéaires........................ 593

SY (F.). — Observations de la comète Swift (1889, *a*), faites à l'observatoire d'Alger.................... 871

T

TEISSERENC DE BORT (Léon). — Sur les ascensions de ballons-sondes du 24 mars........................ 851

TERMIER (P). — Sur la structure du Briançonnais........................ 466

— Sur une tachylyte du fond de l'Atlantique nord.................. 849, 1256

TÉTRY (L.). — Étude de quelques diphénylanthrones substituées........... 1406

THOMAS (V.) adresse des remercîments à l'Académie pour la distinction accordée à ses travaux............. 78

— Propriété de quelques sels mixtes halogénés du plomb............... 1329

— Action du chlorure et du bromure ferriques sur quelques carbures aromatiques et leurs dérivés de substitutions halogénées................. 1576

THOULET (J.). — Carte bathymétrique de l'archipel des Açores............. 1471

THYBAUT (A.). — Sur les surfaces isothermiques et la déformation du paraboloïde...................... 1274

TILLO (Alexis de). — Résultats des observations faites dans la dépression au centre du continent asiatique (station de Luktshoun).................. 154

— *Errata* se rapportant à cette Communication........................ 380

TISON (A.). — Sur la chute des feuilles et la cicatrisation de la plaie........ 1530

TISSOT (J.) adresse des remercîments à l'Académie pour la distinction accordée à ses travaux................ 37

TOMASI (D.). — Phénomènes lumineux produits par l'action de certains sels ammoniacaux sur l'azotite de potassium en fusion.................. 1107

TOMMASINA (Th.). — Sur la production de chaînes de dépôts électrolytiques, et la formation probable de chaînes conductrices invisibles, dans l'eau distillée, sous l'action des courants de self-induction et des ondes électriques; et sur un curieux phénomène d'oscillations produites dans l'eau distillée par les courants induits à faible fréquence......................... 1092

— Sur un cohéreur très sensible, obtenu par le simple contact de deux charbons, et sur la constatation d'extra-courants, induits dans le corps humain par les ondes électriques...... 666

TONI (de) adresse des remercîments à l'Académie pour la distinction accordée à ses travaux................ 37

TRÉPIED. — Observations de la comète Swift (1899, *a*), faites à l'observatoire de Toulouse..................... 872

TRILLAT (A.). — Sur l'anabsinthine, substance nouvelle retirée de l'absinthe. (En commun avec M. *Adrian*.)..... 114

— Sur la recherche de l'alcool méthylique dans les liqueurs spiritueuses, et sur la présence de cet alcool dans les eaux-de-vie de marcs.............. 438

— Sur l'emploi des matières colorantes pour la recherche de l'origine des sources et des eaux d'infiltration.... 698

— Sur le dérivé dissymétrique tétraméthylé du diamidodiphényléthane..... 1113

— Sur quelques dérivés du tétraméthyldiamidodiphényléthane non symétrique.......................... 1404

TROOST (L.). — Est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du prix Jecker........... 157

— Et de la Commission du prix La Caze (Chimie)....................... 157

— Et de la Commission du prix Montyon (Arts insalubres)................ 397

— Et de la Commission du prix Cahours. 582

TURQUAN (V.) adresse une Note relative au *rayon vert*.................... 261

— Adresse, pour le concours du prix de Statistique de la fondation Montyon, un travail « Sur les variations de la population et sur sa composition actuelle, par sexe, état civil et âge, dans chacun des départements ».... 1373

TZITZÉICA. — Sur les surfaces à courbure totale constante............. 288

— Sur certains systèmes d'équations de

MM. Pages.
Laplace........................ 601
— Sur la déformation de certaines surfaces liées aux surfaces du second degré............................ 1276

V

VALLIER (E.). — Sur l'interprétation d'un nombre restreint d'observations..... 654
— Sur la loi des pressions dans les bouches à feu............................ 1305
VAN TIEGHEM. — Allocution en prenant possession de la présidence......... 16
— Est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du prix Desmazières..................... 215
— Et de la Commission du prix Montagne............................ 215
— Et de la Commission du prix La Fons-Melicocq............................ 215
— Et de la Commission du prix Thore... 215
— Et de la Commission du prix Petit-d'Ormoy (Sciences naturelles)....... 582
— Et de la Commission du prix Gay pour 1901............................ 718
— Et de la Commission du grand prix des Sciences physiques pour 1901...... 800
— Et de la Commission du prix Bordin (Sciences physiques) pour 1901.... 800
— Se fait l'interprète des sentiments de l'Académie à la suite de la mort de M. *Félix Faure,* Président de la République, et lève la séance en signe de deuil......................... 473
— Annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Naudin* et fait une courte analyse de ses travaux.................... 705
— Annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Charles Friedel,* et fait un court exposé de ses travaux........... 1017
VENUKOFF. — Bateaux pour briser la glace, en Russie.................. 890
VERLEY (Albert). — Extraction et synthèse du principe odorant de la fleur de jasmin......................... 314
VERNEUIL (A.). — Sur les oxydes complexes des terres rares. (En commun avec M. *G. Wyrouboff.*)........... 501
— Sur la séparation quantitative du cérium. (En commun avec M. *G. Wyrouboff*)......................... 1331
— Sur la constitution des oxydes des métaux rares. (En commun avec M. *G. Wyrouboff.*)..................... 1573
VERT adresse une Note relative à un aérolithe observé à Rio-de-Janeiro le 21 décembre..................... 19
VESSIOT (E.). — Sur les équations linéaires aux dérivées partielles...... 544
VIEILLE (P.). — Déformation des ondes au cours de leur propagation....... 1437
VIGNON (Léo). — Dosage du cuivre et du mercure dans les raisins, les vins, les lies et les marcs. (En commun avec M. *Barrillot*)................ 613
— Analyse de l'eau pour l'épuration chimique. (En commun avec M. *Meunier.*)........................... 683
— Recherche du mercure dans les produits des vignes traitées avec des bouillies mercurielles. (En commun avec M. *J. Perraud*)............. 830
— Osazones oxycellulosiques........... 1038
VIGNON (P.). Sur l'histologie du tube digestif de la larve de *Chironomus plumosus*......................... 1596
VILLAIN (P.). — Sur la genèse des minerais de fer de la région lorraine..... 1291
VILLARD (P.). — Sur l'action chimique des rayons X.................... 237
— Redresseur cathodique pour courants induits........................ 994
VIOLLE (J.) est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du prix La Caze (Physique)............ 77
— Et de la Commission du prix Gaston Planté.......................... 543
VIRÉ (Armand). — Nouvelles recherches au puits de Padirac (Lot). (En commun avec M. *Étienne Giraud.*)..... 1190
VOIELLAUD. — Chute de grêle et trombe observées à Bizerte.............. 327
VUILLEMIN (Paul). — Les caractères spécifiques du champignon du *pityriasis versicolor* (*Malassezia furfur*). 1052

W

MM. Pages.

WAELSCH (Émile). — Sur les surfaces à lignes de courbure planes ou sphériques 920

WALLERANT (Fréd.). — Sur les lois régissant les macles proprement dites.. 131

— Explication des macles obtenues par l'action mécanique 448

WEISS (G.). — Influence d'une légère traction sur l'excitabilité du nerf.... 453

WEISS (Pierre). — Sur l'emploi des franges de diffraction à la lecture des déviations galvanométriques........ 876

WIEDEMANN. — Sa mort est annoncée à l'Académie 759

WINTER (J.). — Réclamation de priorité à propos d'une Note de M. *Bouchard*, intitulée : « Essai de cryoscopie des urines » 332

WOLF (C.), *Président sortant*, fait connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des Recueils qu'elle publie, et les changements survenus parmi les Membres et les Correspondants pendant le cours de l'année 1898........................... 13

— Allocution en quittant le fauteuil de la présidence 15

— Est élu membre de Commission chargée de juger le concours du prix Lalande (Astronomie) 77

— Et de la Commission du prix Valz.... 77

WYROUBOFF. — Sur les oxydes des complexes des rares. (En commun avec M. *A. Verneuil*.)................ 501

— Sur la séparation quantitative du cérium. (En commun avec M. *A. Verneuil*.).......................... 1331

— Sur la constitution des oxydes des métaux rares. (En commun avec M. *A. Verneuil*.)................ 1573

Y

YUNG (Émile). — Des variations quantitatives du plankton dans le lac Léman 1128

Z

ZAREMBA (S.). — Sur le développement d'une fonction arbitraire en une série procédant suivant les fonctions harmoniques 1088

ZEILLER est présenté par la Section de Botanique pour la place laissée vacante par le décès de M. *Naudin* 1132

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
26554 Paris. — Quai des Grands-Augustins, 55.